



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

행정학박사학위논문

음식물 쓰레기 종량제 RFID 도입 요인과  
효과성 분석

-인센티브를 통한 정책 활성화의 관점에서-

2017년 2월

서울대학교 대학원  
행정학과 행정학 전공  
이 사 빈



음식물 쓰레기 종량제 RFID 도입 요인과  
효과성 분석

-인센티브를 통한 정책 활성화의 관점에서-  
지도교수 정 광 호

이 논문을 행정학 박사학위논문으로 제출함  
2016년 10월

서울대학교 대학원  
행정학과 행정학 전공  
이 사 빈

이사빈의 박사학위논문을 인준함  
2016년 12월

위 원 장	<u>박상인</u>	(인)
부 위 원 장	<u>엄석진</u>	(인)
위 원	<u>문명재</u>	(인)
위 원	<u>이삼열</u>	(인)
위 원	<u>정광호</u>	(인)



## 국 문 초 록

본 연구의 목적은 지난 2013년 도입되기 시작한 RFID 개별 계량 음식물 쓰레기 종량제 방식의 도입 요인을 밝히고 정책 효과를 실증함으로써 정책 활성화를 위한 근거를 마련하는 데 있다. 우리나라 환경부는 지난 2013년 이후 음식물 쓰레기 종량제를 도입한 이래 배출량을 감량하기 위하여 ‘배출 수수료 인상’이라는 정책 수단(도구)을 활용해왔다. 이후 쓰레기 감량 효과를 더욱 극대화하기 위하여 ‘세대별 종량제’에 기반한 RFID 개별계량 방식의 도입을 추진하고 설치에 필요한 모든 비용을 국고로 보조해왔다(서울시, 2016). 그러나 이러한 파격적인 지원에도 불구하고 2년이 지난 2015년까지 서울시내 아파트 단지의 약 20%에서만 RFID 개별계량 방식을 도입하고 있으며 자치구에서는 음식물 쓰레기 감량을 위하여 세대별 종량제의 도입보다는 배출 수수료를 인상하는 것을 더 선호하고 있다. 그렇다면 왜 RFID 방식의 도입과 활용이 원활하게 이루어지지 않고 있는 것일까? 이러한 문제의식 하에 본 연구의 목적은 세 가지이다. 첫째, 본 연구에서는 서울시내 아파트 단지 2081개를 대상으로 로지스틱 회귀분석(logistic analysis)을 실시하여 어떠한 요인이 RFID 개별계량 도입을 좌우하였는지 조직적(아파트 단지) 수준에서 분석하여 아파트 단지의 RFID 도입을 좌우하는 요인이 무엇인지 살펴볼 것이다. 두 번째, 마포구에서 수집한 데이터를 바탕으로 PSM-DID 분석을 실시하여 ‘세대별 종량제’의 쓰레기 감량 효과를 분석하고자 한다. 이를 바탕으로 RFID 개별계량 방식에서만 가능한 ‘세대별 종량제’가 효과적인 정책수단임에도 불구하고 RFID

방식의 도입이 원활하게 이루어지지 않는 이유를 정책 수단적 관점에서 살펴보았다. 세 번째, 성북구의 사례를 바탕으로 시계열 분석을 실시하여 배출 수수료 인상이 음식물 쓰레기 감량에 미치는 효과가 미미함을 실증하였다. 궁극적으로 세 연구의 결과를 통하여 RFID 개별계량 방식의 도입과 활용을 활성화할 수 있는 정책적 제언을 제시하고자 한다.

본 연구의 필요성은 Ascher(1987), Brunner(1996), deLeon(1994) 등과 같은 정책학자들이 정책학의 실패원인으로 지적하고 있는 세 가지 요인에서부터 찾아볼 수 있다. 이들에 의하면 정책학의 실패 원인은 (1) 기술관료적 지향성(technocratic orientation)으로 인한 정치/관계의 배제, (2) 분석적 오류(analytical error)로 인한 맥락의 왜곡과 간과, (3) 도구적 합리성(intstrumental rationality)의 지나친 추구의 세 가지로 정리하여볼 수 있다. 쓰레기 종량제에 관한 기존 연구들이 RFID 개별계량 방식 도입과 활용 지연에 대한 해답을 제시하지 못하고 있는 이유는, 기존 연구들이 정책학의 세 가지 실패원인을 내포하고 있기 때문이다. 첫 번째, 쓰레기 종량제 도입에 관한 선행연구들은 종량제 도입 요인을 도출하는데 거의 관심을 가지지 않았으며, 특히 도입 과정에서 지역주민들과 정부 간 관계에 주목하지 않았다. 그러나 RFID 방식의 도입을 결정하는 가장 실질적 단위는 아파트 단지이며 RFID 방식은 아파트 단지 주민들이 자치적으로 결정한다. 따라서 기술관료적 관점에서 벗어나 아파트 단지의 특성 및 정부와 아파트 단지 주민들의 상호작용에 주목하여 도입 요인을 도출하였을 때, 비로소 RFID 방식 도입에 관한 가장 적실성 있는 정책적 제언을 할 수 있다. 따라서 서울시 아파트 단지를 분석 단위로 도입요인을 도출한 본 연구를 통하

여 향후 정책 도입 활성화를 위한 타겟팅과 향후 정책 활성화를 위하여 정부가 해야 하는 역할을 제시할 수 있었다. 두 번째, 쓰레기 종량제의 효과를 밝힌 연구들에는 몇 가지 분석상의 오류들이 존재하여 세대별 종량제의 효과를 면밀히 밝히지 못하였다. RFID 개별 계량 방식의 도입 전에는 측정 기술의 한계로 인하여 세대별로 배출한 쓰레기량을 측정 및 수집할 수 없었기 때문에 분석 단위가 광역시/도로 매우 광범위하게 설정되거나(홍성훈, 2001) 각 세대에게 배출량을 직접 리포트하게 하는 방식(Houtven and Morris, 1999)으로 연구가 이루어졌다. 본 연구에서는 마포구에 위치한 73개 아파트 단지들을 대상으로 DID 분석을 실시하여 세대별 종량제 방식의 쓰레기 감량 효과를 밝혔다. 세 번째, 지나친 도구적 합리성의 강조로 인하여 정책 수단적 관점에서의 연구가 진행되지 못하였다. 쓰레기 종량제의 관한 기존 연구들은 종량제 이전의 쓰레기 수거 방식과 비교하여 종량제가 얼마나 쓰레기를 감량했는지에 주로 관심을 기울여왔다. 그러나 종량제를 도구적 관점에서만 파악했을 때에는 정책 수단이 효과적임에도 불구하고 왜 도입되지 않는지, 혹은 도입을 더욱 활성화하기 위해서는 어떠한 요건을 갖추어야 하는지에 대한 단초를 제시할 수 없다. 따라서 보다 경제적 효율성 외에 다양한 가치들을 모두 포괄하는 형태로 정책 평가가 이루어져야한다. 본 연구는 도구적 합리성에서 벗어나 세대별 종량제와 배출 수수료 인상을 정책 수단적 관점에서 파악함으로써 세대별 종량제가 효과적으로 정책 목표를 달성할 수 있는 정책수단임에도 불구하고 도입이 지연되고 있는 이유를 제시하였다.

본 연구가 가지는 이론적 함의를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 전통적 경제학에서 논란이 되어왔던 그룹 인센티브와 개인 인센



티브의 효과를 비교하여볼 수 있었다. 개인 인센티브 방식의 효과성을 주장하는 학자들은 그룹 인센티브 방식이 야기하는 사회적 태만(social loafing)과 무임승차(free riding) 현상을 지적한다. 마포구를 대상으로 한 DID 분석 결과 단지별 종량제 방식보다 RFID를 활용한 세대별 종량제 방식에서 보다 큰 음식물 쓰레기 감량 효과가 있는 것으로 도출되었으며, 이를 통하여 개인 인센티브 제도가 효과적으로 조직의 성과를 향상할 수 있음을 실증적으로 확인할 수 있었다. 뿐만 아니라 인센티브 체계의 작동에 있어 성과의 측정과 평가가 가지는 중요성을 재확인할 수 있었다. 인센티브를 연구한 학자들은 성과의 공정한 측정이 인센티브 제도의 효과적 구축과 작동에 영향을 미칠뿐만 아니라, 더 나아가 조직 내 신뢰와 조직 구성원의 태업, 조직 이탈에까지 영향을 미칠 수 있는 중요한 요소임을 강조한다. 마지막으로 오염세(emission fee)의 오염 배출량 감소 효과에 대하여 실증하여볼 수 있었다. 오염세는 시장 원리를 작동시켜 환경오염을 줄이고자 고안된 정책 수단 중 하나로, 쓰레기 종량제를 대상으로 한 연구에서도 그 효과에 대한 연구가 많이 이루어져왔다. 그러나 쓰레기 배출 수수료의 인상이 쓰레기 배출량을 감소시키는지에 대한 상반된 연구결과가 존재하는 상태이다. 본 연구를 통하여 현재 우리나라 음식물 쓰레기 종량제에서 활용되고 있는 쓰레기 배출 수수료의 오염 감소 효과가 거의 없음을 실증하였다.

본 연구가 가지는 정책적 함의는 다음과 같다. 먼저 인센티브 시스템의 효과적 작동을 위하여 혁신 과학기술이 수행해야 하는 역할을 재점검하였다. 정책의 영역에서 과학기술이 수행해야하는 바는 본 연구에서 다른 사례에서와 마찬가지로 기존 제도의 틀 안에서 제도의 효율적 수행을 꾀할 수 있는 도구적 역할이라 할 수 있

다. 본 연구를 통하여 과학기술이 인간의 성과를 정확하게 측정하고 정보의 축적을 용이하게 하여 인간이 구축한 인센티브 시스템의 효과적 작동을 꾀한 사례를 제시하였다. 또한 정책 수단의 한 방법으로 활용될 수 있는 그룹 인센티브와 개인 인센티브 중 개인 인센티브 방식이 가지는 가능성을 확인하여볼 수 있었다. 집단 인센티브를 연구한 우리나라의 학자들은 한국과 같이 집단주의 문화가 강하게 작용하는 집단에서 개인 인센티브를 도입하는 것은 상호간의 협력을 저해하고 불필요한 경쟁을 야기할 것임을 경고한다. 그러나 본 연구를 통하여 한국적 상황 하에서도 충분히 개인 인센티브를 효과적 정책 수단으로 활용할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 마지막으로 본 연구에서는 음식물 쓰레기 감량에 있어 RFID 방식 도입이 미치는 긍정적 효과를 실증함으로써, 정책 도입의 근거를 마련하였다고 할 수 있다. 음식물 쓰레기 처리에 있어 RFID 기술이 미치는 영향이 실증되어야 하는 근거는 다음과 같이 설명하여 볼 수 있다. 먼저, 환경부(2013)에서 밝히고 있는 바와 같이 환경부는 음식물 쓰레기 감량을 위하여 세대별 종량제에 기반한 RFID 개별계량 방식을 매우 정력적으로 도입하고자 하나, 자치구에서는 배출 수수료의 인상을 통하여 음식물 쓰레기를 감량하고자 한다. 이러한 상황 하에서 음식물 감량에 대한 RFID 방식의 효과를 실증한 것은 향후 RFID 기술의 적극적 도입을 뒷받침해줄 수 있는 근거를 마련해주었다고 할 것이다.

그러나 본 연구는 다음과 같은 한계를 가진다. 먼저 도입 요인 분석에 있어 도입이 이루어지기까지 얼마만큼의 시간이 걸렸는지, 그리고 현재 전체 표본 중 RFID 개별계량이 도입된 표본은 어느 정도인지에 대한 정보를 종속변수에 반영하고 있지 못하다. 따라

서 향후 RFID 개별계량의 도입이 어느 정도 완료된 시점에서는 생존분석(survival analysis)법, 그 중에서도 위험함수(hazard function)을 이용한 분석이 이루어져야할 것이다. 또한 본 연구의 연구는 서울시 25개 자치구 중 2개 구를 대상으로, 제한적인 시간적 범위 내에서 연구를 수행하였다는 한계점을 지니며 이를 토대로 음식물 쓰레기 종량제의 효과를 일반화하는 것이 옳은지에 대한 비판에 직면할 가능성이 있다. 또한 본 연구에서는 세대별 종량제와 단지별 종량제의 DID 분석에서 경향점수매칭(Propensity Score Matching)법을 이용하여 실험 집단과 통제 집단의 1대 1 매칭을 시도한 후 이중통제(Doubly Robust Estimation)를 활용한 DID분석을 시도하였다. 그러나 경향점수 매칭의 효과성에 대해서는 많은 비판들이 존재한다. 마지막으로 데이터의 분석단위 오류를 지적하고자 한다. 본 연구에서 활용된 아파트 단지 거주민 평균 연령과 평균 가구원 수 변수는 본 연구의 분석 단위가 아파트 공동주택단지임에도 불구하고 자료 수집의 한계로 인하여 행정동 기준의 자료들을 대신 활용하였다. 따라서 향후 보다 엄밀한 자료 수집을 위하여 노력할 필요가 있다.

**주요단어:** RFID, 개인인센티브, 성과측정, 과학기술, 오염세

**학번:** 2012-30653

## <목차>

제 1장 서론 .....	1
제 1절 연구의 목적과 필요성 .....	1
제 2절 연구의 범위와 방법 .....	6
1. 연구의 범위 .....	6
2. 연구의 방법 .....	7
제 3절 연구의 구성 .....	9
제 2장 음식물쓰레기 종량제와 RFID 기술 .....	13
제 1절 쓰레기 종량제 .....	13
1. 쓰레기 종량제 정책의 의미와 종류 .....	13
1) 쓰레기 종량제의 의미 .....	13
2) 쓰레기 종량제의 종류 .....	15
2. 쓰레기 종량제의 한계 .....	18
제 2절 쓰레기 종량제와 정책수단(policy instruments) .....	20
1. 정책수단의 필요성과 정의 .....	20
2. 정책수단의 유형 .....	20
3. McDonell과 Elmore의 정책 수단 유형 .....	22
4. 음식물 쓰레기 종량제와 정책 수단 .....	27

제 3절 한국의 음식물쓰레기 종량제 .....	32
1. 한국의 음식물 쓰레기 종량제 .....	32
2. RFID 개별계량 방식(공동주택) .....	37
3. 주택형태별 음식물 쓰레기 종량제 .....	39
1) 공동주택(아파트) .....	40
2) 기타 배출원(단독주택, 소형음식점, 다량배출사업장) ...	41
제 4절 RFID 기술 도입과 음식물 쓰레기 종량제 .....	42
1. RFID기술의 도입 .....	42
2. 사용방법 .....	43
3. 서울시 현황 .....	45
1) 공동주택(아파트) .....	45
2) 단독주택 .....	46
3) 소형 음식점과 다량배출사업장 .....	47
제 5절 RFID 기술 .....	48
1. RFID 기술의 역사와 활용 사례 .....	48
1) RFID 기술의 역사 .....	48
2) RFID 기술의 활용사례 .....	50
(1) 국방과 보안 (Defense and Security) .....	50
(2) 식별 (Identification) .....	52
(3) 환경(Enviromental application) .....	53
(4) 교통(Transportation) .....	55
(5) 보건복지 (Healthcare and Welfare) .....	56
(6) 농축산업 (Agriculture and Livestock) .....	58

2. RFID 활용의 문제점 .....	60
제 3장 RFID의 도입 요인 분석 .....	67
제 1절 서론 .....	67
제 2절 배경이론의 검토 .....	72
1. 과학기술 도입 결정 요인 이론 .....	72
1) 기술수용주기 모형 .....	72
2) 혁신 확산 이론(Innovation Diffusion Theory) .....	76
3) 기술수용모형(Technology Acceptance Model) .....	79
4) 조직-기술-환경모형 (TOE model) .....	82
(1) TOE 모형의 개요 .....	82
(2) 기술적 요인 .....	84
(3) 조직적 요인 .....	87
(4) 환경적 요인 .....	90
(5) 정부의 영향력 .....	91
2. 혁신의 전파 .....	92
1) 캐즘 모형(Chasm model) .....	92
2) Technology Hype 모형 .....	94
3. 선행연구의 한계와 본 연구의 필요성 .....	99
제 3절 연구의 설계 .....	105
1. 연구대상 설정과 데이터 수집 .....	105
1) 연구 대상 .....	105

2) 데이터 수집 .....	106
2. 가설의 설정 .....	107
1) 기술적 요인 .....	107
2) 조직적 요인 .....	109
3) 환경적 요인 .....	111
3. 연구의 모형 .....	114
4. 분석 방법 .....	115
1) 로지스틱 회귀분석 모형 .....	115
2) 심층 인터뷰 .....	115
3) 연구의 흐름 .....	116
5. 변수의 측정 .....	118
 제 4절 실증분석 .....	126
1. 기초통계분석 .....	126
1) 종속변수의 기초통계분석 .....	126
2) 독립/통제변수의 기초통계분석 .....	140
(1) 연속형 변수의 기초통계분석 .....	140
(2) 범주형 변수의 기초통계분석 .....	143
2. 로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis) .....	144
 제 5절 소결 .....	150
 제 4장 세대별 종량제 도입효과 분석 .....	153
 제 1절 서론 .....	153

제 2절 배경이론의 검토 .....	157
1. 경제적 인센티브의 활용 .....	157
2. 집단 인센티브의 효과성과 무임승차 현상 .....	164
3. 개인 인센티브의 활용 .....	169
4. 과학기술의 정책 활용 가능성과 인센티브 .....	175
1) 과학기술의 정책활용 가능성 .....	175
2) 과학기술과 인센티브의 작동 .....	179
5. 선행연구와의 차별성과 본 연구의 필요성 .....	180
제 3절 연구의 설계 .....	185
1. 연구대상 설정과 데이터 수집 .....	185
2. 가설의 설정 .....	189
3. 연구의 모형 .....	191
4. 분석 방법 .....	195
5. 변수의 측정 .....	199
제 4절 실증분석 .....	203
1. 기초통계분석 .....	203
1) 경향점수(propensity score) 분석 .....	203
2) 종속변수의 기초통계분석 .....	206
3) 독립/통제변수의 기초통계분석 .....	211
2. 이중차감법(Difference in Difference) 분석 .....	214
제 5절 소결 .....	219



제 5장 배출 수수료 인상효과 분석 .....	221
제 1절 서론 .....	221
제 2절 배경이론의 검토 .....	225
1. 쓰레기 종량제와 시장 원리의 활용 .....	225
2. 오염세와 배출 수수료의 부과 .....	227
제 3절 연구의 설계 .....	231
1. 연구대상 설정과 데이터 수집 .....	231
1) 연구 대상 .....	231
2) 데이터 수집 .....	234
2. 가설의 설정 .....	234
3. 연구의 모형 .....	236
4. 분석 방법 .....	240
5. 변수의 측정 .....	242
제 4절 실증분석 .....	245
1. 기초통계분석 .....	245
1) 종속변수의 기초통계분석 .....	245
2) 독립/통제변수의 기초통계분석 .....	254
2. 시계열 분석 .....	259
1) 최적시차 선정 .....	259
2) 단위근(unitroot) 검정 .....	260
3) 시계열 분석 .....	262

제 5절 소결 .....	270
제 5장 결론 .....	273
제 1절 연구 결과의 요약 .....	273
제 2절 연구의 함의 .....	276
1. 연구의 이론적 함의 .....	276
2. 연구의 정책적 함의 .....	281
제 3절 연구의 한계와 향후 연구 방향 .....	284
참고문헌 .....	287
<부록> .....	327
영문초록 .....	329



## 〈표 목차〉

<표 2-1> 정책수단의 분류 .....	22
<표 2-2> McDonel과 Elmore의 정책수단 유형 .....	23
<표 2-3> McDonel and Elmore 정책수단 도입가정과 기대결과 ..	27
<표 2-4> 우리나라의 쓰레기 종량제 .....	35
<표 2-5> 음식물 쓰레기 종량제 .....	38
<표 2-6> 공동주택 납부필증-RFID 활용 자치구 .....	45
<표 2-7> 전용봉투-RFID 활용 자치구 .....	46
<표 2-8> 공동주택에서의 음식물쓰레기 종량제 .....	46
<표 2-9> 소형음식점-대량사업배출장에서의 음식물쓰레기 종량제 ·	47
<표 2-10> RFID의 역사 .....	49
<표 2-11> 국방-보안 분야에서 활용되는 RFID .....	52
<표 2-12> 식별 분야에서 활용되는 RFID .....	53
<표 2-13> 환경 분야에서 활용되는 RFID .....	54
<표 2-14> 교통 분야에서 활용되는 RFID .....	56
<표 2-15> 보건복지 분야에서 활용되는 RFID .....	58
<표 2-16> 농/축산업 분야에서 활용되는 RFID .....	59
<표 2-17> RFID 기술의 기술적 한계 사례 .....	60
<표 2-18> RFID 기술의 비용편익적 비효율성 사례 .....	62
<표 2-19> RFID 기술의 부정 사례 .....	63
<표 2-20> RFID 기술의 권력 분배 불평등 심화 사례 .....	64
<표 2-21> RFID 기술의 프라이버시 침해 사례 .....	65

<표 3-1> 선행연구 설문 문항 .....	101
<표 3-2> 변수의 측정 .....	125
<표 3-3> 자치구별 음식물 쓰레기 종량제 도입 현황 .....	126
<표 3-4> 도입시기별 음식물 쓰레기 종량제 도입 현황 .....	128
<표 3-5> 수수료 차이에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황 .....	131
<표 3-6> 난방방식에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황 .....	132
<표 3-7> 단지규모에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황 .....	133
<표 3-8> 아파트 평균 가격 따른 RFID 개별계량방식 도입현황 ..	134
<표 3-9> 아파트 평균 가격에 따른 4개 그룹의 히스토그램 .....	136
<표 3-10> 홈페이지 게시글 수에 따른 도입현황 .....	139
<표 3-11> 연속형 변수의 기초통계분석 .....	141
<표 3-12> 연속형 변수의 상관관계 분석 .....	142
<표 3-13> 범주형 변수의 기초통계분석 .....	143
<표 3-14> 로지스틱 회귀분석 결과 .....	147
<표 3-15> 아파트 그룹별 로지스틱 회귀분석 결과 .....	149
<표 4-1> RFID 개별계량 방식과 RFID 차량계량 방식의 비교 .....	186
<표 4-2> 연구 대상의 설계 .....	192
<표 4-3> 분석 모형 설계 .....	193
<표 4-4> 변수의 측정 .....	202
<표 4-5> 경향 점수 기초 분석 .....	204
<표 4-6> 실험/통제 집단 쓰레기 배출량의 기초통계분석 .....	208
<표 4-7> 독립/통제 변수의 기초통계분석 .....	212
<표 4-8> DID 분석 결과(통제집단 매칭) .....	215
<표 4-9> DID 분석결과(통제집단 매칭하지 않음) .....	218
<표 5-1> 배출 수수료 인상 이전과 이후 비교 .....	232

<표 5-2> 시계열 연구의 설계 .....	236
<표 5-3> 시계열 분석을 위한 분석 모형 .....	239
<표 5-4> 변수의 측정 .....	244
<표 5-5>배출 수수료 인상 이전/이후 음식물 쓰레기 배출량 .....	253
<표 5-6> 독립/통제 변수의 기초 통계 분석 .....	255
<표 5-7> 상관관계 분석 .....	258
<표 5-8> 최적 시차 선정 .....	260
<표 5-9> 단위근 검정 .....	261
<표 5-10> 시계열 분석 결과 .....	264
<표 5-11> 교호항을 포함한 시계열 분석 결과 .....	266
<표 5-12> 분절회귀 분석 결과 .....	269



## <그림 목차>

<그림 1-1> 전체 연구의 구성 .....	11
<그림 2-1> 미국 쓰레기 종량제(PAYT) 종류 .....	17
<그림 2-2> RFID 개별계량 방식의 도입과 정책수단 변화 .....	29
<그림 2-3> 음식물 쓰레기 종량제와 정책 수단 활용 .....	31
<그림 2-4> 음식물 쓰레기 처리 순서도 .....	36
<그림 2-5> 배출원에 따른 음식물 쓰레기 종량제 방식 .....	39
<그림 2-6> RFID 개별계량 방식 도입 순서 .....	42
<그림 2-7> 음식물 쓰레기 종량제 RFID 기계 .....	44
<그림 3-1> 기술수용주기 모형 .....	73
<그림 3-2> 혁신확산 이론에 따른 혁신 도입 요인 .....	77
<그림 3-3 > 기술수용모형 .....	80
<그림 3-4> T-O-E 모형 .....	83
<그림 3-5> T-O-E 모형의 세부 요인 .....	84
<그림 3-6> 캐즘 모형 .....	93
<그림 3-7> 기술 하이프 모형 .....	95
<그림 3-8> 기술 하이프 모형과 기술 도입 .....	97
<그림 3-9> 혁신 기술 종류에 따른 기술 하이프 모형 .....	98
<그림 3-10> 연구의 모형 .....	114
<그림 3-11> 연구의 흐름 .....	117
<그림 3-12> 도입 시점 히스토그램 .....	129
<그림 3-13> 도입 위험 함수 그래프 .....	130
<그림 3-14> 수수료 차이에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황 ...	131
<그림 3-15> 난방방식에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황 .....	132



<그림 3-16> 단지규모에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황 .....	133
<그림 3-17> 아파트 평균 가격에 따른 도입현황 .....	135
<그림 3-18> 홈페이지 게시글 수에 따른 도입현황 .....	140
<그림 4-1> 실험집단과 통제집단 설정 .....	188
<그림 4-2> 경향 점수 매칭을 위한 순서도 .....	197
<그림 4-3> DID 분석의 논리 .....	198
<그림 4-4> 경향점수 박스플롯 .....	205
<그림 4-5> 실험/통제집단 월별 음식물 쓰레기 배출량 경향 .....	207
<그림 4-6> 실험/통제집단 쓰레기 배출량의 박스플롯 .....	210
<그림 5-1> 배출가격과 음식물 쓰레기 배출량 .....	227
<그림 5-2> 종량제 봉투 가격에 따른 폐기물 쓰레기 배출량 .....	230
<그림 5-3> 배출 수수료의 인상 .....	232
<그림 5-4> 음식물 쓰레기 배출 경향성 .....	246
<그림 5-5> 아파트 단지 가격에 따른 쓰레기 배출 경향성 .....	247
<그림 5-6> 자기상관함수 .....	249
<그림 5-7> 음식물 쓰레기 배출량 .....	250
<그림 5-8> 아파트 단지에 따른 음식물 쓰레기 배출량 그래프 ....	251
<그림 5-9> 독립/통제 변수의 박스플롯 .....	256





## 제 1장 서론

### 제 1절 연구의 목적과 필요성

우리나라 환경부는 지난 2013년 이후 음식물 쓰레기 종량제를 도입한 이래 배출량을 감량하기 위하여 ‘배출 수수료 인상’이라는 정책 수단(도구)을 활용해왔다. 이후 쓰레기 감량 효과를 더욱 극대화하기 위하여 ‘세대별 종량제’에 기반한 RFID 개별계량 방식의 도입을 추진하고 설치에 필요한 모든 비용을 국고로 보조해왔다(서울시, 2016). 그러나 이러한 파격적인 지원에도 불구하고 2년이 지난 2015년까지 서울시내 아파트 단지의 약 20%에서만 RFID 개별계량 방식을 도입하고 있다. 그렇다면 왜 RFID 방식의 도입이 원활하게 이루어지지 않고 있는 것일까? 이러한 문제의식 하에 본 연구의 목적은 세 가지이다. 첫째, 본 연구에서는 서울시내 아파트 단지 2081개를 전수조사하여 어떠한 요인이 RFID 개별계량 도입을 좌우하였는지 조직적(아파트 단지) 수준에서 분석하여 아파트 단지의 RFID 도입을 좌우하는 요인이 무엇인지 살펴볼 것이다. 두 번째, 마포구에서 수집한 데이터를 바탕으로 ‘세대별 종량제’의 쓰레기 감량 효과를 분석하고자 한다. 이를 바탕으로 RFID 개별계량 방식에서만 가능한 ‘세대별 종량제’가 효과적인 정책수단임에도 불구하고 RFID 방식의 도입이 원활하게 이루어지지 않는 이유를 정책 수단적 관점에서 살펴보았다. 세 번째, 성북구의 사례를 바탕으로 배출 수수료 인상이 음식물 쓰레기 감량에 미치는 효과를 도출하고자 한다. 궁극적으로 세 연구의 결과를 통하여 RFID 개별계량 방식의 도입을 활

성화할 수 있는 정책적 제언을 제시하고자 한다.

본 연구의 필요성은 Ascher(1987), Brunner(1996), deLeon(1994) 등과 같은 정책학자들이 정책학의 실패원인으로 지적하고 있는 세 가지 요인에서부터 찾아볼 수 있다. 이들에 의하면 정책학의 실패 원인은 (1) 기술관료적 지향성(technocratic orientation)으로 인한 정치/관계의 배제, (2) 분석적 오류(analytical error)로 인한 맥락의 왜곡과 간과, (3) 도구적 합리성(intstrumental rationality)의 지나친 추구의 세 가지로 정리하여볼 수 있다. 쓰레기 종량제에 관한 기존 연구들이 RFID 개별계량 방식 도입이 왜 지연되고 있는지에 대한 해답을 제시하지 못하고 있는 이유는, 기존 연구들이 정책학의 세 가지 실패원인을 내포하고 있기 때문이다. 첫 번째, 쓰레기 종량제 도입에 관한 선행연구들은 종량제 도입 요인을 도출하는 데 거의 관심을 가지지 않았으며, 특히 도입 과정에서 역할하는 도입 주체들, 그 중에서도 지역주민들과 정부 간 관계에 주목하지 않았다. 그 가장 큰 이유는 한국에서 가장 먼저 시행된 폐기물 쓰레기 종량제의 경우 환경부가 1995년 1월 1일부터 전국을 대상으로 일괄 도입했기 때문이다. 따라서 이제까지 쓰레기 종량제의 도입은 전적으로 전문적 지식을 지닌 관료들의 판단 하에 일괄적으로 이루어져왔으며, 자연스럽게 종량제 도입 과정은 학자들의 관심사가 되지 못하였다. 우리나라의 RFID 음식물 쓰레기 종량제 도입을 다룬 유일한 연구인 최근호와 엄태호(2015)의 경우에도 지방정부와 중앙정부 간 관계를 통하여 도입 과정을 설명하고 있다. 그러나 RFID 방식의 도입을 결정하는 가장 실질적 단위는 아파트 단지이며 RFID 방식은 아파트 단지 주민들이 자치적으로 결정한다. 따라서 기술관료적 관점에서 벗어나 아파트 단지의 특성 및 정부와

아파트 단지 주민들의 상호작용에 주목하여 도입 요인을 도출하였을 때, 비로소 RFID 방식 도입에 관한 가장 적실성 있는 정책적 제언을 할 수 있다. 두 번째, 쓰레기 종량제의 효과를 밝힌 연구들에는 몇 가지 분석상의 오류들이 존재한다. 먼저 RFID 개별계량 방식의 도입 전에는 세대별로 배출한 쓰레기량을 측정 및 수집할 수 없어 분석 단위가 광역시/도로 매우 광범위하게 설정되거나(홍성훈, 2001) 각 세대에게 기억에 의존하게 배출량을 직접 리포트하게 하는 방식(Houtven and Morris, 1999)으로 연구가 이루어졌다. 또한 쓰레기 종량제에서 활용되고 있는 정책 수단은 ‘세대별 종량제’와 ‘배출 수수료 인상’ 두 가지임에도 불구하고 두 가지 수단의 효과가 구분되지 않은 채 종량제 효과로 통합되어 분석되었다. 따라서 세대별 종량제와 배출 수수료 인상 중 어떤 것이 더 효과적으로 쓰레기를 감량하는지에 대한 증거가 존재하지 않고 있는 상황이다. 환경부가 RFID 개별계량 방식의 도입을 권고하는 가장 중요한 요인 중 하나는 그것이 세대별로 배출한 쓰레기량만큼 수수료를 납부하는 세대별 종량제 방식을 기반으로 하고 있기 때문이지만(한국환경공단, 2016), 단지별 종량제를 주로 활용하고 있는 자치구에서는 배출 수수료를 인상하면 세대별 종량제를 도입하지 않고도 음식물 쓰레기를 감량할 수 있다고 주장하며 RFID 개별계량 방식의 도입을 거부하고 있다. 따라서 세대별 종량제가 더 효과적으로 쓰레기를 감량한다는 것을 실증할 수 있다면 RFID 개별계량 방식의 도입을 견인할 수 있을 것이다. 세 번째, 지나친 도구적 합리성의 강조로 인하여 정책 수단적 관점에서의 연구가 진행되지 못하였다. 쓰레기 종량제의 관한 기존 연구들은 종량제 이전의 쓰레기 수거 방식과 비교하여 종량제가 얼마나 쓰레기를 감량했는지에 주로 관심을 기울여왔

다. 그러나 종량제를 도구적 관점에서만 파악했을 때에는 정책 수단이 효과적임에도 불구하고 왜 도입되지 않는지, 혹은 도입을 더욱 활성화하기 위해서는 어떠한 요건을 갖추어야 하는지에 대한 단초를 제시할 수 없다. 전영한과 이경희(2013)는 실증주의를 기반으로 한 경제학적 정책분석에서 더 나아가 정책수단적 관점에서의 연구가 진행되어야 함을 다음과 같이 밝히고 있다. 여전히 다양한 시각의 견비에서부터 확보되는 실천적 유용성을 지니고 있지 못하다는 사실을 지적한다. 특히 현대 정부는 정부에 소속된 공무원이 절차와 규칙에 따라 공공 서비스를 조달하는 전통적 형태에서 점차 벗어나고 있으며 최근 행정 현상들을 더 이상 ‘정부(government)’라는 단순한 개념으로 이해하기가 어려워졌다(Frederickson, 2005). 따라서 보다 거버넌스(governance)적 관점에서 정책을 평가해볼 필요가 있다. 즉 경제적 효율성 외에 다양한 가치들을 모두 포괄하는 형태로 정책 평가가 이루어져야 한다는 것이다.

본 연구에서는 쓰레기 종량제에 관한 기존 연구들이 가지는 위의 세 가지 한계를 극복하고 RFID 개별계량 방식 도입의 활성화를 위한 정책적 제언을 제시하고자 한다. 먼저 아파트 단지를 분석단위로 하여 기술, 조직, 환경적 요인 중 RFID 개별계량 방식에 영향을 미치는 요인을 도출하였다. 이를 통하여 관료중심적 사고에서 벗어나 실질적으로 RFID 방식의 도입을 결정하는 아파트 단지의 특성을 도출할 것이다. 이를 통하여 향후 정책 도입 활성화를 위한 타겟팅이 가능하다. 뿐만 아니라 기술관료적 관점에서 소외되었던 정부와 시민들 간 관계에 초점을 맞추므로써 향후 정책 활성화를 위하여 정부가 해야 하는 역할을 제시할 수 있다. 두 번째, 쓰레기 종량제 연구들에 존재하는 분석의 오류들을 수정하여 세대별 종량제

와 배출 수수료 인상의 쓰레기 감량 효과를 각각 분석할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 환경부와 자치구는 RFID 개별계량 방식의 도입을 놓고 갈등을 겪고 있으며, 이러한 맥락에서 세대별 종량제와 배출 수수료 인상의 정책 목표 달성 효과를 분석하는 것은 매우 중요하다. 따라서 세대별 종량제의 효과를 실증한 본 연구를 통하여 향후 RFID 개별계량 방식의 도입을 견인할 수 있는 근거를 마련할 수 있을 것이다. 세 번째, 본 연구는 도구적 합리성에서 벗어나 세대별 종량제와 배출 수수료 인상을 정책 수단적 관점에서 파악함으로써 배출 수수료가 제대로 작동하지 않고 있는 이유와 세대별 종량제가 효과적으로 정책 목표를 달성할 수 있는 정책수단임에도 불구하고 도입이 지연되고 있는 이유를 제시할 것이다. 이를 통하여 정책 현상 전반에 대한 보다 포괄적, 거버넌스(governance)적 관점에서의 해석과 함의를 제공할 것이다.



## 제 2절 연구의 범위와 방법

### 1. 연구의 범위

본 연구에서 다루는 분석 대상은 다음과 같다. 먼저 RFID 개별계량 방식 도입 요인 분석을 위하여 서울시 아파트 공동주택 단지 2081개를 전수 조사하였다. 연구의 시간적 범위는 2013년 1월 1일부터 2015년 10월까지이며 2015년 10월을 기준으로 각 아파트 공동주택 단지의 RFID 개별계량 방식 도입 여부를 조사하여 로지스틱 회귀 분석(logistic regression)의 종속변수로 활용하였다.

다음으로 단지별 종량제와 세대별 종량제의 비교를 위하여 마포구에 위치한 73개 공동주택 단지를 대상으로 연구를 진행하였다. 마포구에서는 음식물 쓰레기 종량제의 도입과 함께 RFID 차량계량 방식(단지별 종량제)을 시행하였다. 이후 2016년 1월 월드컵 단지를 중심으로 하여 12개 아파트 단지가 RFID 개별계량 방식(세대별 종량제)으로 종량제 방식을 전환하였다. 이러한 연구의 배경하에 본 연구에서 세대별 종량제의 효과를 분석하기 위하여 전체 아파트 단지 73개 중 세대별 종량제 방식을 택하고 있는 RFID 개별계량 방식 시행 아파트 단지 12개를 실험집단으로 설정하였다. 세대별 종량제 효과분석의 통제집단은 두 가지이다. 먼저 도입 요인 분석을 통하여 얻은 경향점수(Propensity Score)를 바탕으로 하여 실험집단과 통제집단의 매칭을 시도하였고, 실험집단과 1대 1 매칭을 통하여 첫 번째 통제집단 12개 아파트 단지를 설정하였다. 또한 마포구 내에서 RFID 차량계량 방식을 채택하고 있는 아파트 단지 전

체(63개 단지)를 두 번째 통제집단으로 설정하였다. 이들 아파트 단지들을 대상으로 2013년 6월부터 2016년 7월까지 38개월치 패널 데이터를 구축하였다.

배출 수수료 인상 효과의 분석을 위해서는 성북구 아파트 단지 데이터를 활용하였다. 성북구에서는 2014년 5월 13개 아파트 단지에서 RFID 개별계량 방식이 처음으로 시행되었다. 이후 2015년 7월에 배출 수수료가 기존 1Kg당 75원에서 100원으로 인상되었다. 따라서 본 연구에서는 이 13개 아파트 단지들을 대상으로 2014년 5월부터 2016년 7월까지 패널 데이터를 구축하여 시계열 분석에 활용하였다.

## 2. 연구의 방법

본 연구에서 활용된 연구 방법은 크게 두 가지로 하드 데이터를 활용한 정량적 방법과 심층 인터뷰를 활용한 정성적 방법이 모두 활용되었다. 먼저 정량적 방법을 세부적으로 살펴보면 로지스틱 회귀분석, PSM을 이용한 이중차감법(Difference In Difference) 분석, 분절 회귀 모형(segmented regression model)을 활용한 시계열 분석(GLS 추정)이 사용되었다. 심층 인터뷰의 경우 2015년 9월부터 2015년 11월까지 두 달에 걸쳐 마포구, 성북구, 중구, 서초구, 양천구, 중랑구, 노원구 구청 청소행정과에 근무하는 음식물 쓰레기 담당 직원과 아파트 관리사무소 직원, 쓰레기 수거 업체 직원, 그리고 아파트 주민들을 대상으로 이루어졌다.

분석 방법을 좀 더 자세히 살펴보면 먼저 RFID 개별계량 방식 도입 요인의 도출을 위하여 심층 인터뷰를 진행하여 도입 요

인에 관한 변수들을 조작적 정의하였다. 이후 조작적 정의에 부합하는 하드 데이터들을 수집하여 범주형 변수를 종속변수로 하는 로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis)을 시도하였다. 로지스틱 회귀분석에서 종속변수는 아파트 단지에서 RFID 개별계량 방식을 채택하고 있는지 여부를 나타내는 범주형 변수이다.

도입 요인 분석에서 도출된 결과를 바탕으로 각 아파트 단지의 경향점수(Propensity Score)를 구하여 세대별 종량제 효과 도출을 위한 DID 분석 시 첫 번째 통제집단 구성에 사용하였다. 경향점수매칭(Propensity Score Matching)에서는 최단거리법을 활용한 1대 1 매칭법이 선택되었으며 이를 바탕으로 12개 실험집단과 가장 유사한 경향점수를 지니고 있는 12개 통제집단을 구성하였다. 실험집단과 통제집단을 대상으로 이중차감법을 활용한 회귀분석(Difference-In-Difference Regression)을 시행하였다.

마지막으로 배출 수수료 인상 분석을 위해서는 Cook and Campbell(1979)의 정의에 따라 단순 개입 시계열(simple interrupted time series)이라 파악하고 시계열 분석을 시행하였다. 종속 변수의 과거값을 모형에 포함하여 자기 상관의 발생 가능성을 보정하는 AR(1) 모형을 활용하였으며 이분산성의 가능성을 보정하기 위하여 추정법으로는 GLS(Generalized Least Squares) 방법을 사용하였다.

### 제 3절 연구의 구성

본 연구의 구성은 다음과 같다. 먼저 이어지는 2장에서는 음식물 쓰레기 종량제를 이해하기 위한 배경 이론들을 소개할 것이다. 2장 1절에서 쓰레기 종량제의 의미와 종류, 한계를 간략하게 살펴본 후 2절에서는 쓰레기 종량제에서 활용되고 있는 정책수단들이 무엇인지 간략하게 살펴볼 것이다. 이후 3절에서는 본 연구의 배경이 되는 서울시 음식물 쓰레기 종량제 방식에 대하여 살펴보고 방식에 따른 자치구별 현황을 살펴볼 것이다. 2장 4절에서는 현재 특히 쓰레기 종량제 뿐 아니라 공공 영역에서 다양하게 활용되고 있는 RFID 기술의 역사와 활용 사례에 대해 살펴볼 것이다.

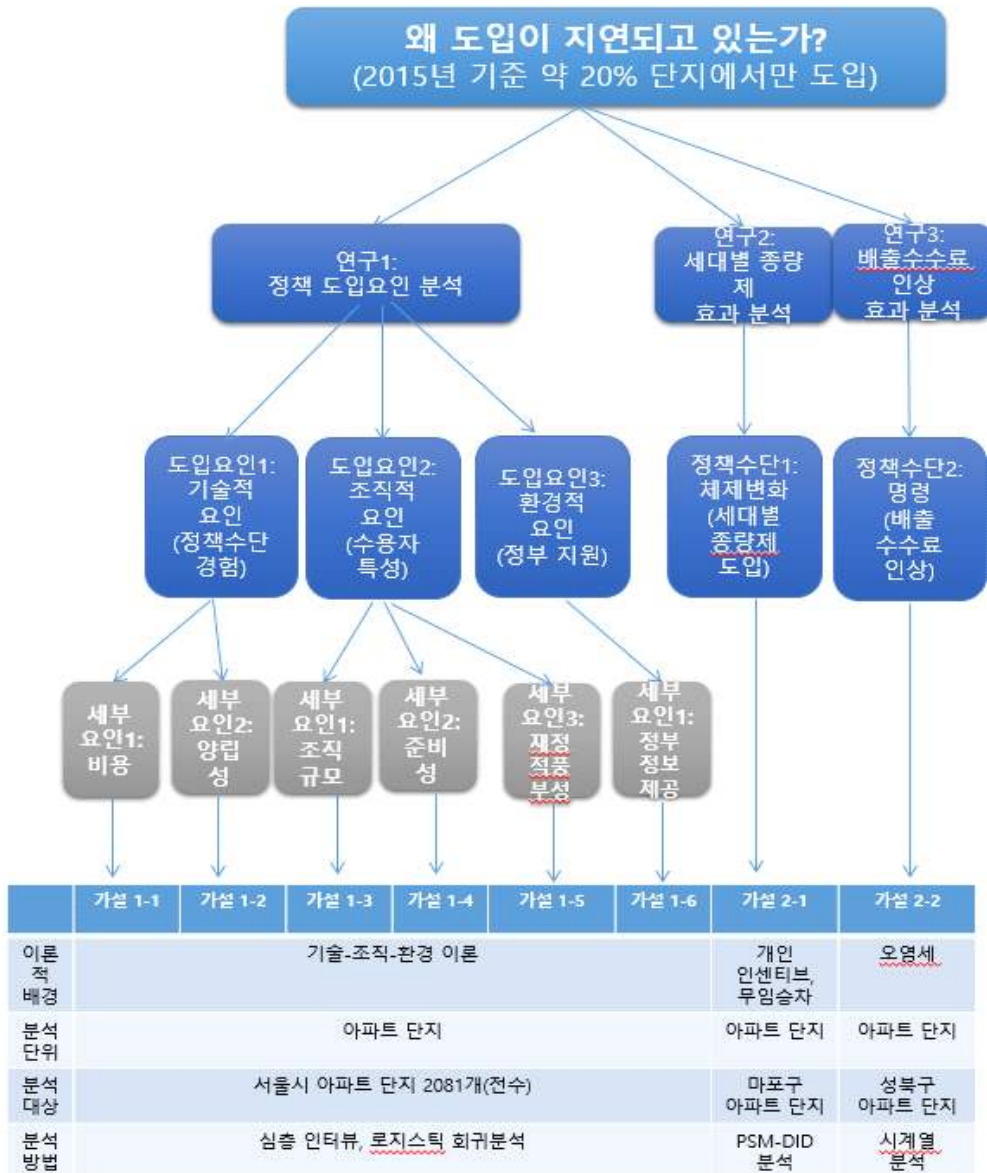
3장과 4장, 5장은 실증 분석 파트로, 3장에서는 서울시 아파트 단지들을 대상으로 하여 도입 요인을 분석한 장이다. 3장 1절에서는 먼저 혁신 기술 도입과 관련한 기존 이론들과 선행연구를 검토하였다. 이후 가설을 설정하고 변수를 조작화 한 후, 데이터를 기반으로 하여 실증분석을 실시하였다.

4장에서는 RFID 개별계량 방식에서 작동하고 있는 원리 중 세대별 종량제의 효과성을 마포구의 사례를 통하여 실증분석하고자 하였다. 먼저 서론에서 세대별 종량제의 효과를 분석해야하는 연구의 필요성을 정리하였다. 다음으로 4장 2절에서는 세대별 종량제의 기반이 되는 이론인 인센티브의 작동 원리들에 대해서 살펴보고 이와 관련한 선행연구 및 이론들을 검토하였다. 이후 이중차감법(Difference In Difference)을 활용하기 위한 연구 설계를 한 후 실증 분석 결과를 제시하였다.

5장에서는 배출 수수료 인상의 효과를 성북구 사례를 통하여 분석하였다. 4장에서의 마찬가지로 먼저 배출 수수료 인상의 음식물 쓰레기 감량 효과를 분석해야하는 이유를 살펴본 후 오염세 (emission fee)에 관한 선행연구와 이론적 배경을 검토하였다. 이후 4장 3절에서 시계열 분석을 위한 연구 설계를 거쳐 실증 분석 결과를 제시하였다.

6장에서는 연구 결과를 요약하고 본 연구의 이론적, 정책적 함의를 짚어보고자 한다. 이후 연구의 한계점을 지적하고 이를 바탕으로 향후 미래 연구가 나아가야 할 방향을 제시하고자 하였다.

<그림 1-1> 전체 연구의 구성





## 제 2장 음식물쓰레기 종량제와 RFID 기술

### 제 1절 쓰레기 종량제

#### 1. 쓰레기 종량제 정책의 의미와 종류

##### 1) 쓰레기 종량제의 의미

쓰레기 종량제는 경제학자들로부터 쓰레기 배출량을 감소하고 재활용을 증진시킬 수 있는 효과적인 방법으로 꼽혀왔다(Houtven and Morris, 1999). 쓰레기 종량제에 대한 정의는 학자들마다 조금씩 다르지만 ‘쓰레기 배출자가 오염 배출량에 대한 경제적 부담을 감수한다는 것(polluter pays principle)’과 ‘경제적 인센티브 및 경제적 유인을 활용하여 쓰레기 배출자들의 행동 변화를 이끌어낸다’는 논리는 공통적으로 포함하고 있다고 할 수 있다. 즉 쓰레기 종량제는 경제적 인센티브를 제공하는 시장 기제를 작동시킴으로써 효과적 쓰레기 감량을 꾀하는 정책이라고 할 수 있다(Reschovsky and Stone, 1994). 쓰레기 종량제 이전에 쓰레기 수거는 정부에서 수거 비용을 전액 부담하는 무상수거 방식이나 일정 기간 동안 고정된 액수만큼만 납부하면 되는 정액제(fixed fee 혹은 flat rate system) 방식으로 이루어졌다. 현재 미국은 아직도 대부분의 지방자치단체에서 정액제나 무상 수거 방식을 이용하고 있으며, 우리나라의 경우에도 음식물 쓰레기 종량제가 광범위하게 도입된 2013년 이전에는 정액제를 활용하는 지방자치단체가 대부분이었다. 정액제 방



식에서 시민들은 지방정부가 정한 일정액만큼만 세금을 내면 얼마든지 쓰레기를 배출할 수 있다. 정액제와 무상 수거 방식이 가지는 가장 큰 문제점은 이 제도들이 무임승차(free riding) 현상을 막지 못하기 때문에 과세의 공평성(equity)을 저해한다는 점에 있다 (Batllell and Hanf, 2008). 쓰레기를 적게 배출한 사람과 많이 배출한 사람이 모두 같은 액수의 수거 비용을 부담하거나 혹은 전혀 부담하지 않기 때문에 같은 비용으로 더 많은 양의 쓰레기를 배출하려는 무임승차자가 생길 수밖에 없으며 무임승차자의 발생은 쓰레기 배출의 증가로 이어질 수 있다.

이러한 측면에서 경제적 인센티브를 활용한 쓰레기 종량제 방식은 무임승차 행위를 최소화할 수 있을 뿐만 아니라 쓰레기 배출량을 감소할 수 있는 장점이 있다. 정액제는 쓰레기 배출량과 상관없이 배출 가격이 정해지므로 쓰레기 배출량이 종량제 방식에 비하여 많을 수밖에 없다. 이에 비하여 종량제 방식은 쓰레기 배출량을 부피로 재는 방식과 무게로 재는 방식으로 나뉘어지는 등 종량제 내에서 방식에 따라 다소간의 차이가 발생하나, 기본적으로 배출한 쓰레기량에 비례하여 배출 수수료를 부담하기 때문에 정액제 상황에서보다 쓰레기가 더 적게 발생할 수밖에 없는 것이다. Reichenbach (2008)는 효과적인 쓰레기 종량제의 작동을 위한 요소로 다음과 같은 세 가지 요소를 꼽고 있다. 먼저 첫 번째는 쓰레기의 배출원(source)를 정확하게 파악하는 것이다. 배출원을 정확히 파악하는 것은 곧 누구에게 배출 수수료를 부과할 것인지에 대한 공평성에 직결되는 문제이기 때문에 종량제 시행 전 가장 기초적으로 파악되어야 하는 정보라 할 수 있다. 두 번째로 쓰레기 배출량에 대한 정확한 계량(measurement)에 대한 기술과 방법이 필요하다. 각

가구나 개인이 배출한 쓰레기량을 정확하게 파악할 수 없다면 종량제 정책에 대한 신뢰도는 떨어질 수밖에 없다. 마지막으로 단위별 부과(unit pricing)이 필요하다. 즉 쓰레기 배출에 대한 비용은 배출한 단위에 비례하여 부과되어야 한다는 것이다. 만일 똑같은 단위의 쓰레기를 배출하였다면 똑같은 양의 배출비가 배출량에 비례하여 부과되어야 한다.

## 2) 쓰레기 종량제의 종류

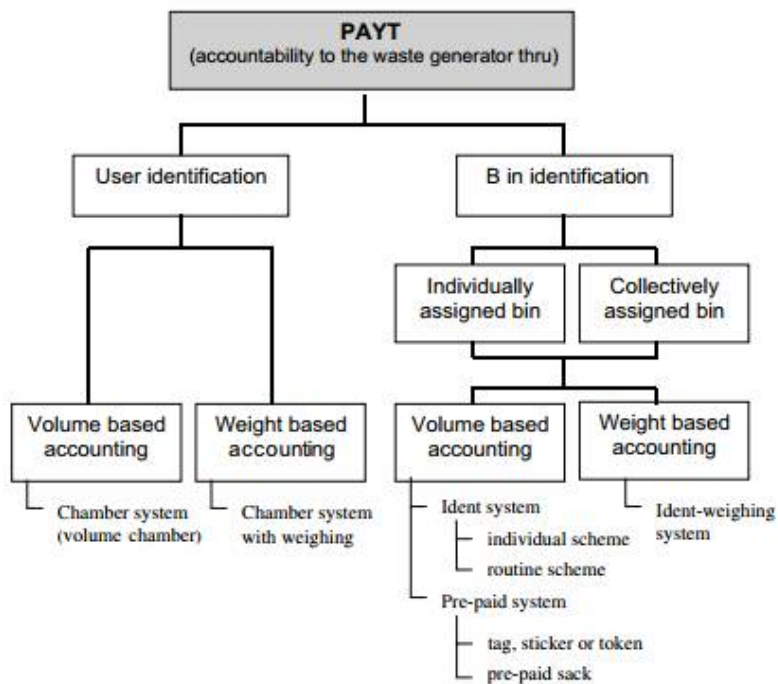
현재 각 국가에서 활용되고 있는 쓰레기 종량제 방식은 대동소이하나 그 분류방식은 학자들마다 조금씩 상이하다. 먼저 Skumatz (2008)는 미국에서 활용되고 있는 쓰레기 종량제 방식을 쓰레기통 방식, 수거봉투 방식, 스티커 방식, 하이브리드 방식, 무게 종량제 방식의 다섯가지로 분류하였다. 하나씩 살펴보면 먼저 쓰레기통 방식의 경우 각 가구가 다양한 크기의 쓰레기통 중 본인의 가정에 가장 적합한 크기의 쓰레기통을 선택한 후, 이 통을 이용하여 쓰레기를 배출하는 방식이다. 주로 30-35갤런과 60-65갤런의 중대형 크기의 통이 보급되고 있으나, 지방 정부에 따라 10갤런 정도의 통을 보급하는 경우도 있다. 다음으로 쓰레기 봉투 방식은 우리나라에서도 고형 폐기물 수거에 많이 활용되고 있는 방식으로 쓰레기 전용 봉투에 쓰레기를 배출하는 방식이다. 쓰레기 전용 봉투의 경우 각 지역 사무소나 식료품점에서 판매되며 쓰레기통의 경우와 마찬가지로 다양한 크기의 봉투를 판매한다. 스티커 방식은 쓰레기 봉투 방식과 거의 유사한데, 각 가정에 보급되는 통에 식별 스티커를 붙

여 어느 가정에서 어느 정도의 쓰레기를 배출하였는지 알아볼 수 있게 하는 방식이다(Corley and Dickerson, 2000). 하이브리드 방식은 기존에 광범위하게 활용되고 있는 정액제 방식과 종량제 방식을 혼합한 것으로, 지방 정부는 일정 금액을 고정적으로 각 가정에 부과하며 이 고정 금액에 해당되는 제한적인 양의 쓰레기만을 수거해 준다. 이렇게 정해진 용량을 초과한 쓰레기 배출량에 대해서는 종량제 방식을 적용하여 배출한 만큼 수거비를 부과한다. 앞서 설명한 종량제 방식들은 모두 쓰레기량을 계량하는 데 있어 부피 기반 방식(volume based system)을 이용한다. Skumatz(2008)가 제시한 마지막 종량제 방식은 무게 종량제 방식으로 이는 쓰레기 배출량을 무게 기반으로 계량한다는 특징을 가지고 있다. 미국 도입 초기에 이는 “파운드로 측정하는 쓰레기 종량제(garbage by the pound)”로 불리웠으며 (Skumatz and Van Dusen, 1995) 미국에서 광범위한 파일럿 테스트가 이루어진 바 있다.

Reichenbach (2008)는 미국의 쓰레기 종량제 정책인 PAYT(Pay As You Throw)에 대한 연구에서, 쓰레기 종량제의 종류를 먼저 배출자 식별 기반인지 혹은 쓰레기통 식별 기반인지에 따라 두 가지로 분류한다. 배출자 식별 기반 방식의 경우 쓰레기 배출량을 파악하고 수거비를 부과하는 기준이 배출자이다. 즉 쓰레기 배출원을 쓰레기 배출자로 파악하고 있는 방법으로 배출원을 식별할 수 있는 태그나 스티커가 배출자에게 부여된다. 우리나라에서 시행되고 있는 RFID 기반 음식물 쓰레기 종량제는 배출자 식별 기반 방식의 대표적인 예라 할 수 있다. 반면 쓰레기통 식별 기반 방식의 경우 배출량의 파악과 식별은 배출자가 아닌 쓰레기통이다. 따라서 배출원을 식별할 수 있는 표식은 쓰레기통이나 쓰레기 봉투에 부착

된다. 아래 <그림 2-1>에서 보여지는 바와 같이, 배출자 식별 기반 방식은 다시 무게 기반 쓰레기 종량제와 부피 기반 쓰레기 종량제로 분류된다. 쓰레기통 식별 기반 방식의 경우 쓰레기통이 개별 가구가 사용하는 쓰레기통인지 아니면 공동으로 사용하는 쓰레기통인지에 따라 두 가지로 분류되며, 두 가지 방식 모두 무게 기반 종량제와 부피 기반 종량제 방식을 택할 수 있다.

<그림 2-1> 미국 쓰레기 종량제(PAYT) 종류



출처: Reichenbach (2008)

## 2. 쓰레기 종량제의 한계

쓰레기 종량제의 감량 효과성은 여러 선행연구들을 통하여 실증되어왔다. 그러나 쓰레기 종량제에는 몇 가지 한계점들이 존재한다. 먼저 쓰레기 종량제는 배출한 쓰레기 단위에 비례하는 만큼 수거비를 부과하게 되는데, 이 수거비를 어느 정도 수준으로 정해야 하는지 정책 결정자들도 알지 못해 적정한 수거비를 부과하지 못하는 경우가 많다. 두 번째로 쓰레기 종량제의 효과를 실증적으로 분석하는 것이 매우 어렵다. 따라서 Reschovsky and Stone (1994) 의 하면 종량제 효과를 다루는 대부분의 연구들은 종량제 시행 후 쓰레기를 배출하는 가구들의 반응이 어떻게 달라졌는지를 설문 조사하여 분석하는 데 치중하고 있다. 또한 쓰레기 종량제의 도입으로 인하여 불법 투기나 쓰레기를 무단으로 태워서 버리는 행태가 나타날 수 있다 (Gueron, 1972). 불법 투기에 대한 문제는 여러 학자들에 의하여 제시되고 있는 문제점으로 Skumatz (1994)는 불법 투기의 심각성이 예상하던 것보다 더 심각하다는 사례 연구 결과를 도출한 바 있으며, Reichenbach (2008)는 쓰레기를 직장에 와서 태우는 사례를 보고하였고, Bilitewski (2004) 또한 공원 등 야외 장소에서 쓰레기를 태우는 사례가 있음을 제시하였다. 또한 쓰레기 종량제 방식은 정부의 행정 비용을 증가시킬 수 있다 (Kemper and Quigley, 1976). 이는 기존에 활용되던 정액제 방식에서는 각 가구로부터 배출량에 상관없이 똑같은 액수의 쓰레기 수거비를 징수하던 것에 비하여, 종량제 정책 하에서는 먼저 각 가구가 배출한 쓰레기 양을 정리하여 도출한 후 각 가구에 이에 비례하는 수거비

가 부과되었음을 알리고 다시 해당 금액을 징수해야하는 복잡한 절차를 거쳐야하기 때문이다. 마지막으로 아파트와 같은 공동 주택에 어떠한 시스템을 적용해야하는지에 대한 의문을 제기하여볼 수 있다 (SERA, 2006). 그동안 쓰레기 종량제 정책은 단독 주택에 거주하는 개별 가구들을 대상으로 하여 이루어졌다. 공동 주택의 경우 각 가구가 개별적으로 배출하는 쓰레기 배출량을 일일이 파악하기 힘들기 때문에 미국의 경우 아직까지 아파트와 같은 공동 주택에서는 쓰레기 종량제를 적용하지 않고 있다. 한국의 경우 고흥 폐기물 쓰레기 종량제의 경우 쓰레기 봉투 방식을 활용하였기 때문에 공동 주택의 경우에도 개별 가구가 배출한 양만큼 수거비를 부담하였다. 그러나 2013년부터 시행된 음식물 쓰레기 종량제 정책의 경우 쓰레기 봉투 방식 외에도 아파트 단지에 커다란 쓰레기 배출통을 설치하고 단지에서 발생한 쓰레기를 모두 모아 계량한 후 수거비를 모든 세대가 균등하게  $1/n$ 하여 부담하는 방식이 시행되기도 한다.

## 제 2절 쓰레기 종량제와 정책수단(policy instruments)

### 1. 정책수단의 필요성과 정의

Shneider and Ingram(1990)은 정책 수단을 ‘개인이나 집단들이 공공정책에 부응한 결정을 내리거나 행동을 취하도록 유도하기 위하여 정부가 사용하는 개입수단’이라 정의하였으며 Doern and Phidd(1983)는 정책 수단을 ‘정책행위자가 특정 목적을 달성하기 위하여 사용하는 모든 것’이라 정의하였다. 정정길 외(2010)는 정책수단을 ‘정책 목표 달성을 위한 수단’으로 정의한다. 정책수단에 대한 연구는 이미 고전 정치학과 경제학의 핵심의제였음(정광호, 2016)에서 알 수 있듯이 정책수단의 중요성은 오랜 시간 동안 강조되어왔다고 할 수 있다.

정정길 외(2010)는 어떠한 정책 수단을 활용할 것인지가 중요한 이유를 다음과 같이 설명한다. 정책 수단은 정책의 실질적 내용으로서 정책의 가장 중요한 구성요소이며 정책에 의해서 국민들이 받는 영향은 어떠한 정책수단을 선택했는지에서부터 직접적으로 비롯된다. 즉 어떠한 정책 수단을 활용할 것인지는 국민들에게 직접적인 영향을 미친다는 것이다(정정길 외, 2010).

### 2. 정책수단의 유형

앞서 살펴본 바와 같이 정책 도구에 대한 탐구는 이론적 관점에서뿐만 아니라 실용적 관점에서도 가치가 크다(전영한, 2007).

그러나 그럼에도 불구하고 아직까지 합의된 형태의 정책 수단 분류가 존재하지 않으며 많은 연구자들은 저마다 다른 정책도구분류체계를 제시하여 왔다(전영한, 2006). 대표적인 정책도구의 유형 분류를 살펴보면 아래 <표 2-1>와 같다.

표에서 보여지고 있는 바와 같이 Hood(1986)에서 전영한(2007)에 이르기까지 정책 수단의 유형 분류는 매우 다양하다. Hood(1986)는 정책 수단을 정보제공, 재정, 권위, 조직으로 분류하였으며, Bardach(1980)는 강제집행, 유도, 그리고 혜택 제공으로 분류하였다. Doern and Phidd(1983)는 강제성 정도에 따라 설득, 지출, 규제, 공적 소유의 4개 수단으로 분류하였다. 전영한(2007)은 강제성과 직접성 정도에 따라 직접규제, 간접규제, 직접유인, 간접유인의 4개 유형으로 분류할 것을 제시하였다. 본 연구에서는 특히 McDonnell and Elmore(1987)의 4가지 정책수단 분류가 쓰레기 종량제에서 활용된 수단들을 설명하는 데 적합하다고 보고, 이어지는 부분에서 보다 상세히 설명하고자 한다.



〈표 2-1〉 정책수단의 분류

학자	분류
Hood(1986)	- 정보제공(nodality), 재정(treasure), 권위(authority), 조직(organization)
Bardach(1980)	- 강제집행(enforcement), 유도(inducement), 혜택제공(benefaction)
McDonnell & Elmore(1987)	- 명령(mandate), 유도(inducements), 역량형성(capacity-building), 체제변화(system-changing)
Linder & Peters (1989)	- 운영복잡성, 공적 가시성, 사용자 적응성, 개입성, 상대적 비용, 실패가능성, 대상정밀성, 시장의존성 등 8개 연속적 기준(continuums)에 의한 분류
Doern & Phidd(1983)	- 강제성 정도에 따른 설득(exhortation), 지출(expenditure), 규제(regulation), 공적소유(public ownership) 등 4개 유형
Vedung(1998)	- 강제성 정도에 따른 몽둥이(sticks), 당근(carrots), 설교(sermons) 등 3개 유형
전영한(2007)	- 강제성과 직접성 정도에 따른 직접규제, 간접규제, 직접유인, 간접유인 등 4개 유형 - 직접규제, 준직접규제, 간접규제, 직접유인, 준직접유인, 간접유인, 직접정보, 준직접정보, 간접정보 등 9개 유형

출처: 전영한·이경희(2010:96)

### 3. McDonnell과 Elmore의 정책 수단 유형

McDonnell과 Elmore(1987)는 1987년 발표한 *Alternative Policy Instruments*를 통하여 정책 수단을 명령(mandate), 유도(inducement), 역량형성(capability building), 그리고 체제 변화(system changing)의 네 가지로 분류하였다. 네 가지 종류의 정책 수단의 특징을 살펴보면 아래 〈표 2-2〉와 같다.

<표 2-2> McDonel과 Elmore의 정책수단 유형

정책 수단	중요 요소	정의	비용	편익	예시
명령	규칙 (rules)	정책 수혜자들로부터 특정 행위를 이끌어내기 위한 규칙	규제와 강압에 대한 저항	구체적인 정책 타겟 집단에서 사회 전체로 전파 가능	환경규제 오염세 속도규제
유도	돈 (money)	정책 수혜자들로부터 특정 행위를 이끌어내기 위한 돈의 이체(transfer)	보조받은 기관들 사이의 혼란과 갈등	정부 예산권 위임받은 주체들의 권한 증가	정부 보조금
역량 형성	돈 (money)	지적 가치와 인적 자원의 질을 향상하기 위한 돈의 이체	정부 예산 낭비 가능성	구체적인 정책 타겟 집단에서 사회 전체로 전파 가능	기초 연구 지원
체제 변화	권한 (authority)	공공재와 공공 서비스 전달 방식을 변화시키기 위한 권한의 이양	기존 정부 서비스 제공자들의 권한 상실	새롭게 등장한 다양한 정부 서비스 제공자들의 권한 증가	바우처, 새로운 공급자들의 등장

출처: McDonel and Elmore(1987)

<표 2-2>에서 소개하고 있는 네 가지 정책 수단 유형을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 명령(mandate)은 ‘정책 수혜자들로부터 특정 행위를 이끌어내기 위한 강제적 규칙’이라 정의될 수 있다. 즉 명령은 정책 목표의 달성을 위하여 정책 수혜자들에게 정책 집행자들이 일종의 규칙을 따르도록 강제하는 것이다. 규칙이라는 정책 수단을 활용할 경우 정책 수혜자들이 강제적으로 부과된 규제와 강압에 대하여 저항할 수 있으며 이는 정책수단이 지불해야하는 비용이

다. 반면 명령을 활용할 경우 정책 수혜 집단을 구체적으로 타겟팅하는 것이 가능하며 소규모의 구체적 집단의 타겟팅에서 점차 범위를 확장하여 사회 전체로 정책 수단의 효과를 전파하는 것이 가능하다. 가장 대표적인 예로는 환경규제와 오염세, 그리고 속도 규제를 들 수 있다. 다음으로 유도(inducement)는 ‘정책 수혜자들로부터 특정 행위를 이끌어내기 위한 돈의 이체(transfer)’로 정의하여 볼 수 있다. 정부가 원하는 일정한 성과(performance)를 창출할 수 있다는 조건 하에 정부로부터 일정 수준의 재정적 지원을 받는 것으로 대표적인 예로 보조금(subsidy)을 들 수 있다. 유도가 활용될 경우, 정부로부터 일정 수준의 예산권을 위임받거나 재정적 지원을 받은 주체들의 권한이 일시적으로나마 증가할 수 있다. 그러나 정부 수혜 집단들의 목표와 이해관계가 매우 다양하기 때문에 이러한 주체들이 효율적인 방식으로 정부 예산을 활용할 수 있을지에 대하여 확신할 수 없으며 예산의 낭비가 발생할 가능성이 있다(Gramlich, 1977). 세 번째 정책 수단인 역량 형성(capability building)은 ‘지적 가치와 인적 자원의 질을 향상하기 위한 돈의 이체’라 정의될 수 있으며 역량 형성의 사례로 McDonel and Elmore(1987)는 정부의 기초 연구 지원을 들고 있다. 즉 역량형성은 당장 효과가 나타나지 않더라도 미래에 정책 효과가 나타날 것을 기대하고 정부가 일정 수준의 예산을 투자하는 것으로 명령(mandate)에 비하여 시간이 좀 더 오래 걸릴 수 있으나 역시 사회 전체로 편익이 전파해나갈 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러나 정책 집행 시간이 길고 예산 운용의 효율성을 확신할 수 없어 정부 예산 낭비의 가능성을 지니고 있다는 단점이 있다. 마지막으로 체제변화(system changing)는 ‘공공재와 공공 서비스 전달 방식을 변화시키기 위한 권한의 이양’이라

고 정의된다. 기존의 정책 집행자들이 가지고 있던 권한을 다양한 사회 주체들에게 이양하거나 새로운 공급 주체들을 등장시키는 것이다. 따라서 체제변화라는 정책 수단을 활용할 경우 기존 정부 서비스 제공자들의 권한은 축소되는 반면 새롭게 진입한 정부 서비스 공급자들의 권한은 증가한다. 대표적인 예로 바우처를 들 수 있다.

각 정책 수단이 활용될 수 있는 상황과 기대되는 결과를 살펴보면 아래 <표 2-3>와 같다. 먼저 명령은 정책 수혜자들이 현재 얼마만큼의 능력을 가지고 있는지와 상관없이 작동하며, 특히 새로운 규칙과 강제가 없이는 성과가 나타나지 않는다고 판단될 때 사용된다. 명령이 사용될 경우 구체적인 정책 집행 대상으로 직접 타겟팅하여 정책 수단을 활용하는 만큼 효과가 직접적으로 나타난다. 그러나 강제성 있는 명령에 저항하는 정책 수혜자들과 정책 공급자들 사이에 갈등이 발생할 가능성이 있다. 또한 명령은 정책 집행자들이 정책 공급과 집행에 필요한 충분하고 적절한 정보(information)을 가지고 있을 때만 적절하게 작동한다. 즉 속도 규제라는 명령을 실행하려고 할 때, 어느 정도의 속도를 기준으로 해야 정책 목표를 달성할 수 있는지에 대한 충분한 정보를 가지고 있어야한다는 것이다. 유도는 정부의 추가적 재정 지원이 없이는 성과가 나타나지 않을 것이라는 우려가 존재할 때 활용되는 정책수단이다. 즉 정책 수혜자들의 능력은 충분하지만 재정적 능력이 부족하여 성과가 나타나지 않는 상황에서 적절히 활용될 수 있다. 그러나 새롭게 투자된 정부 예산이 효과적으로 활용되고 있는지를 감시하기 위한 감시 비용이 추가적으로 필요하다. 세 번째 정책 수단인 ‘역량형성’은 새로운 미래 가치 창출을 위하여 지식과 기술이 필요할 때 활용되는 수단으로 현재의 투자가 미래의 가치 창출을 위한 밑거름

이 될 수 있다. 마지막으로 ‘체제변화’는 이미 작동하고 있는 제도와 인센티브 시스템이 존재하지만 잘 작동하지 않고 있다는 가정 하에 활용될 수 있다. 즉 체제변화는 권한의 이양과 분배가 기존 인센티브 시스템이 가지는 단점을 극복하고 새로운 가치를 창출하여 궁극적으로 정책 목표가 달성될 것이라는 기대 하에 활용되는 수단이다. 정부에서 외부 주체들에게 권한이 이양되는 만큼, 명령에 비하여 완만하게 도입될 것이라고 예상하여 볼 수 있으나, 새로운 가치 체계를 정립하고 기존의 방식과는 다른 시스템을 작동시켜야하는 만큼 상당한 정치적 저항에 부딪칠 수 있다. 새로운 시스템의 도입으로 인하여 새로운 비용과 문제점이 발생할 수 있다.

〈표 2-3〉 McDonel and Elmore 정책수단 도입가정과 기대결과

정책 수단	도입 가정	기대 결과
명령	정책 수혜자들의 능력과 상관없이 작동 새로운 규칙(rule)없이 성과가 나타나지 않는 경우	강제성 발생, 모든 정책수혜자들이 따라야 함 직접적 효과 발생 정책 공급자와 수혜자 간 갈등 발생 가능성 정책 집행에 필요한 충분한 정보가 존재해야 작동
유도	추가적 재정지원없이 성과가 나타나지 않을 것이라는 우려가 존재	능력(capacity)은 충분하지만 재정지원이 빈약하여 성과가 나타나지 않는 상황에서 성과 향상 가능 감시비용 증가 가능
역량 형성	새로운 미래 가치 창출을 위하여 지식과 기술이 필요	현재의 투자가 미래의 가치 창출위한 밑거름이 됨
체제 변화	이미 작동하고 있는 제도와 인센티브 시스템이 존재 권한 분배가 새로운 가치 창출할 것이라는 기대 존재	정책 수혜자들의 완만한 순응 기대, 그러나 정치적 저항 가능성 새로운 인센티브 시스템 도입으로 인한 새로운 비용과 문제점이 발생

출처: McDonel and Elmore(1987) 재분류

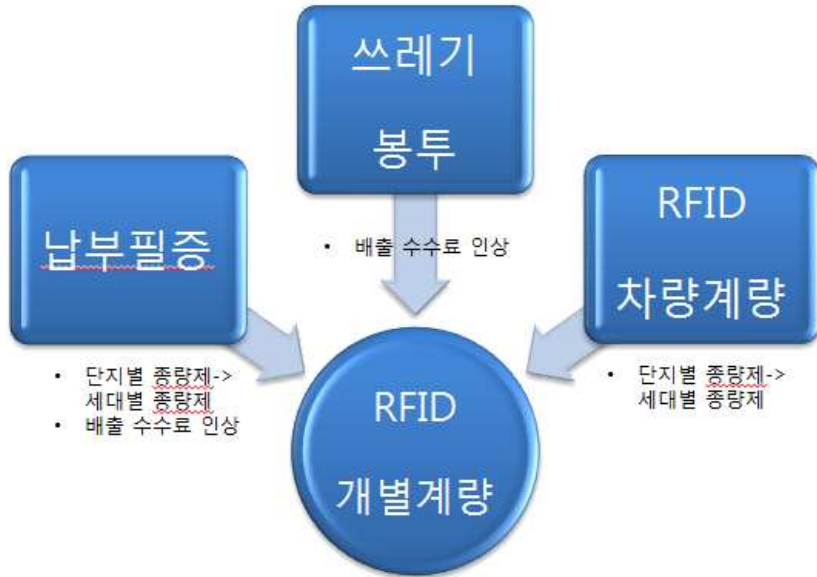
#### 4. 음식물 쓰레기 종량제와 정책 수단

그렇다면 현재 우리나라에서 시행되고 있는 음식물 쓰레기 종량제와 정책수단은 어떠한 관계가 있을까? 앞서 설명한 바와 같이 현재 우리나라에서 시행되고 있는 음식물 쓰레기 종량제는 모두 네 가지로 RFID 개별계량 방식, RFID 차량계량 방식, 쓰레기 봉투 방식, 그리고 납부필증 방식이 그것이다. 이 중 음식물 쓰레기 종량제의 초기 도입 시 시행되었던 방식은 RFID 차량계량 방식, 쓰레기

봉투 방식, 납부필증 방식의 세 가지이며, 환경부의 주도 하에 RFID 개별계량 방식으로 점진적 변화하고 있다. RFID 개별계량 방식 도입 전 시행되던 세 가지 방식에서 RFID 개별계량 방식으로 변화하면서 구체적으로 어떠한 변화가 일어났는지 각각 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 아래 <그림 2-2>에서 보여지고 있는 바와 같이 납부필증 방식에서 RFID 개별계량 방식으로 변화하면서 단지별 종량제가 세대별 종량제로 변화하였으며 배출 수수료가 인상되었다. 쓰레기 봉투 방식의 경우 원래 세대별 종량제를 택하고 있었으므로 인센티브 부과방식의 변화는 없었으나 배출 수수료가 인상되었다. 마지막으로 RFID 차량계량 방식은 기존에 단지별 종량제 방식을 활용하고 있었으나 RFID 개별계량 방식으로 변화하면서 인센티브 부과방식이 개인 인센티브 방식으로 변화하였고 배출 수수료도 인상되었다. 이를 정리하여 보면 기존의 세 가지 음식물 쓰레기 종량제 방식에서 RFID 개별계량 방식으로 변화하면서 ‘배출 수수료의 인상’과 ‘세대별 종량제 도입’이라는 두 가지 변화가 생겼음을 알 수 있다.

<그림 2-2> RFID 개별계량 방식의 도입과 정책수단 변화

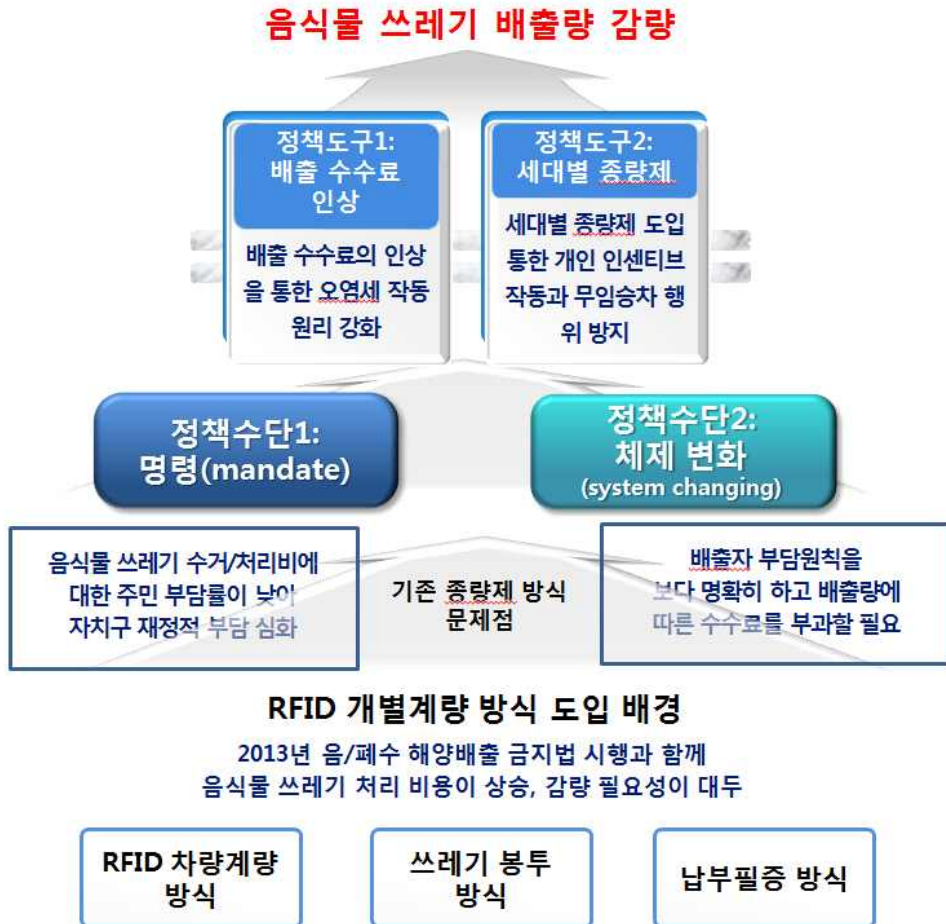


‘배출 수수료 인상’과 ‘세대별 종량제 실시’는 각각 ‘명령’과 ‘체제 변화’라는 정책 수단을 실현하기 위한 정책 도구라고 할 수 있다. ‘정책 도구’는 ‘정책수단을 실현하기 위하여 정부가 실제로 동원하는 수단과 장치들’로 정의되는데(정정길 외, 2010), 먼저 배출 수수료 인상은 앞서 살펴본 McDonel과 Elmore(1987)의 네 가지 정책 수단 분류 중 ‘명령’을 위한 정책 도구라 할 수 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 명령은 ‘정책 수혜자들로부터 특정 행위를 이끌어내기 위하여 강압적으로 따르도록 하는 규칙’이라 정의되며 환경 규제와 오염세는 ‘명령’의 매우 전형적인 예이다. 다음으로 ‘세대별 종량제’는 ‘공공재와 공공 서비스 전달 방식을 변화시키기 위한 권한의 이양’으로 정의되는 ‘체제 변화’를 위한 정책 도구라 할 수 있다.



McDonel and Elmore(1987)의 네 가지 정책 수단 중 체제 변화는 공공 서비스 전달에 있어 정부의 권한을 축소하고 새로운 주체들에게 권한을 이양하는 방식으로 기존의 제도와 인센티브 시스템을 변화시키고자 하며, 궁극적으로 이를 통하여 정책 목표를 달성하고자 한다. RFID 개별계량 방식의 도입에 따른 세대별 종량제 방식에서는 배출 수수료의 결정 권한을 자치구와 아파트 단지에서 각 세대로 이양하고 있다. 즉 기존의 단지별 종량제 방식에서는 자치구에서 아파트 단지 전체 음식물 쓰레기 배출량을 합산한 후 이를  $1/n$ 하여 각 세대에 수수료를 부과하였으며 각 세대가 단지 전체 수수료에 미치는 영향은 매우 미미하였다. 그러나 세대별 종량제의 도입과 함께 각 세대는 음식물 쓰레기 배출에 따라 부담해야 하는 수수료의 정도를 스스로 결정할 수 있게 되었다. 이는 정책 서비스의 결정 권한을 이양하여 기존의 제도와 인센티브 방식을 전환한 ‘체제 변화’의 한 사례라고 할 수 있다.

<그림 2-3> 음식물 쓰레기 종량제와 정책 수단 활용



### 제 3절 한국의 음식물쓰레기 종량제

#### 1. 한국의 음식물 쓰레기 종량제

한국 음식물 쓰레기 종량제의 역사는 1998년으로 거슬러 올라간다. 1995년 쓰레기 종량제 정책이 집행되기 시작한 이후 쓰레기 감량에 상당히 성공하게 되었으나 음식물 쓰레기 처리의 경우 각 지방자치단체의 재량대로 처리하게 하여 감량이 제대로 이루어지지 않았다(박미옥, 2010). 이후 쓰레기 매립 과정에서 악취와 오·폐수의 유출이 심해지자 1997년 정부는 2005년 1월부터 음식물 쓰레기의 매립을 금지한다는 관련법을 제정하기에 이르렀다. 이후 2010년 상반기에 음식물 쓰레기 종량제에 관한 지침이 개정되었으며, 2012년 후반부터 전국적으로 확대 및 시행되었다.

음식물 쓰레기 종량제는 지난 1995년부터 전국적으로 시행되기 시작한 폐기물 쓰레기 종량제와 마찬가지로 배출한 쓰레기 단위에 비례하여 배출 수수료를 지불하는 단위별 부과(unit-based pricing) 방식을 취하고 있다. 그러나 폐기물 쓰레기 종량제가 환경부에 의하여 전국적으로 전면 도입되었고, 방식 또한 쓰레기 봉투 방식 한 가지에 그쳤던 것과 달리 음식물 쓰레기 종량제의 종류는 4가지로 세분류할 수 있으며, 도입 시기를 환경부가 아닌 지방 정부와 아파트 단지에서 결정하였다는 점에서 차이점을 가진다. 음식물 쓰레기 종량제가 2012년 말 처음 도입되었을 때 자치구 정부는 납부필증, 쓰레기 봉투, RFID 차량계량 방식 중 하나를 선택하여 도입할 수 있었으며 이후 RFID 개별계량 방식을 점진적으로 도입하고

있다.

RFID 개별계량 방식이 기존 쓰레기 종량제 방식들과 가지는 가장 큰 차이점은 도입 시기를 아파트에 직접 거주하는 주민들이 자율적으로 정할 수 있다는 점이다. 즉 구 정부는 자치구에서 언제부터 RFID 개별계량 방식을 활용할 수 있는지에 대한 최초 시점을 정해주는 제한적인 역할만을 수행하며, 거주하는 아파트 단지에 언제부터 RFID 개별계량 방식을 도입할 것인지에 대한 결정권은 아파트 주민들에게 있다. 이에 비하여 폐기물 쓰레기 종량제는 환경부에 의하여 전국적으로 전면 도입되었으며, 납부필증, 쓰레기 봉투, RFID 차량계량 방식의 경우에도 자치구 정부가 도입 여부와 도입 시기를 결정하여 주민들에게 통보하는 방식으로 도입이 이루어졌다.

또한 RFID 방식을 활용한 RFID 차량계량 방식과 RFID 개별계량 방식의 경우 기존 쓰레기 종량제와 달리 오로지 아파트 공동주택 단지에서만 시행하고 있으며 아파트 단지별 쓰레기 배출량을 무게(Kg) 단위로 정확하게 계량하는 것이 가능하다. RFID 차량계량 방식의 경우 아파트 공동 배출통에 모아진 쓰레기량을 RFID가 부착된 수거차량을 이용하여 일괄 수거 전 배출량을 계량하며, RFID 개별계량 방식의 경우 각 세대가 세대에 부여된 RFID 카드를 배출통에 직접 인식시켜 배출할 때마다 정확히 무게를 계량하는 방식으로 배출량 측정이 이루어진다. 이에 비하여 폐기물 쓰레기 종량제, 납부필증, 쓰레기 봉투 방식의 경우 아파트 단지와 일반주택, 음식점 등 모든 쓰레기 배출원에서 광범위하게 적용되고 있으며 쓰레기 배출량은 부피(L) 단위로 측정한다. 또한 이 세 가지 방식 중 아파트 단지별 배출량 측정은 납부필증 방식에서만 가능한데, 아파트에 설치된 120L짜리 공동 배출통에 쓰레기를 모아 배출하면, 수거차

량이 수거 시 배출통이 몇 개 발생하였는지를 측정한 후 수거하기 때문이다. 반면 쓰레기 봉투를 활용하는 폐기물 쓰레기 종량제와 음식물 쓰레기 종량제 중 쓰레기 봉투 방식의 경우 각 가정에서 활용하는 쓰레기 봉투가 1L에서부터 10L까지 매우 다양하고, 이렇게 배출되는 봉투의 개수를 일일이 측정할 수 없기 때문에 개별 세대나 아파트 단지에서 얼마만큼 쓰레기를 배출하였는지를 파악할 수가 없다.

마지막으로 쓰레기 종량제에서 배출 수수료를 누구에게 부과할 것인가에 대한 방법은 단지별로 전체 배출량을 계량한 후 배출 수수료를  $1/n$  하여 공동부담하는 방식(단지별 종량제)과 각 세대로 배출한 양만큼 각자 수수료를 부담하는 방식(세대별 종량제)로 나뉘어진다. 쓰레기 종량제 방식 중 세대별 종량제를 택하고 있는 방식은 폐기물 쓰레기 종량제, 쓰레기 봉투 방식, 그리고 RFID 개별 계량 방식이며, 단지별 종량제를 택하고 있는 방식은 납부필증과 RFID 차량계량 방식이다. 그러나 폐기물 쓰레기 종량제와 쓰레기 봉투 방식의 경우 앞서 설명한 바와 같이 세대별 종량제를 택하고 있지만 각 세대가 소매점에서 봉투를 구매한 후 쓰레기를 모아 버리면 수거 차량이 일괄적으로 수거하는 형식으로 쓰레기가 배출되기 때문에 자료 수집의 한계로 인하여 각 세대나 아파트 단지가 일정 시간 동안 얼마만큼의 쓰레기를 배출했는지에 대한 정확한 정보를 얻을 수 없다. 또한 지방 정부에서는 이미 쓰레기 봉투를 구매했을 때 배출 수수료를 주민들이 지불했다고 간주하기 때문에 따로 쓰레기 배출량에 대한 정보를 수집하지 않고 있다.

〈표 2-4〉 우리나라의 쓰레기 종량제

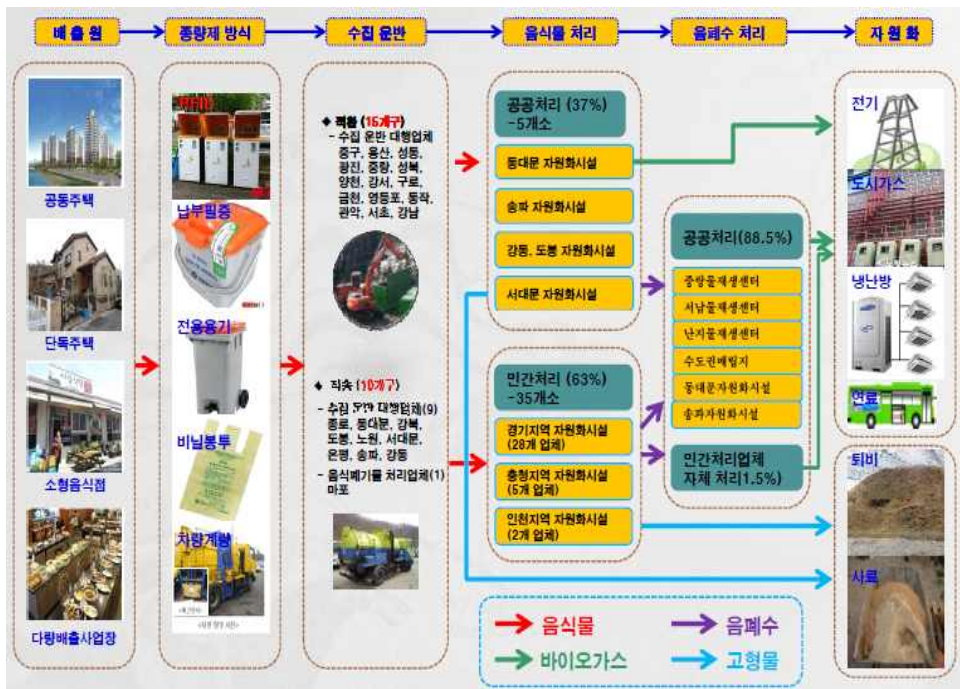
종량제 대상 작동원리	폐기물 쓰레기 종량제	음식물 쓰레기 종량제			
		납부필증	쓰레기 봉투	RFID 차량계량	RFID 개별계량
도입 결정 주체	환경부	자치구	자치구	자치구 (마포구, 도봉구에서 만 시행) <sup>1)</sup>	아파트 단지
도입 대상	아파트 단지, 일반주택, 음식점	아파트 단지, 일반주택, 음식점	아파트 단지, 일반주택, 음식점	아파트 단지	아파트 단지
단위별 부과	○	○	○	○	○
배출 수수료 부과 대상	세대	단지	세대	단지	세대
쓰레기 계량	부피(L)	부피(L)	부피(L)	무게(Kg)	무게(Kg)
아파트 단지별 배출량 측정	불가능	가능	불가능	가능	가능
배출 용기	봉투	플라스틱 통	봉투	플라스틱 통	플라스틱 통
배출 수수료	인상 有	인상 有	인상 有	인상 無	인상 有

현재 음식물 쓰레기 종량제를 통한 쓰레기 처리는 아래 <그림 2-4>과 같이 이루어진다. 먼저 음식물 쓰레기 종량제의 적용 대상이 되는 배출원은 모두 네 가지로, 공동주택(아파트)과 일반 주택, 일반 소형 음식점, 그리고 대형 음식점과 학교 등에서 다량으로 배출되는 음식물을 처리하는 다량배출사업장이 있다. 종량제 방식으로 는 RFID 기술을 활용한 방식, 납부필증과 전용 용기 방식, 비닐봉투

1) RFID 차량계량 방식은 현재 서울시 내 25개 자치구 중 마포구와 도봉구에서만 시행되고 있다. 그러나 도봉구는 RFID 차량계량 방식만을 전면 도입하고 있는 반면 마포구에서는 RFID 차량계량방식에서 RFID 개별계량방식으로 점진적 도입을 시도하고 있다.

방식, 그리고 차량계량 방식이 있으며, 이 중 RFID 방식은 공동주택에서만 활용되는 방식이다.

<그림 2-4> 음식물 쓰레기 처리 순서도



출처: 서울시 (2015)

이렇게 모아진 음식물 쓰레기들은 음식물 쓰레기 수집업체가 수집하여 음식물 처리장으로 보내게 된다. 음식물 처리 방식으로는 공공처리방식과 민간처리방식이 있으며 현재 공공처리 시설은 모두 5개소로 동대문, 송파, 도봉, 서대문, 강동구에 위치하고 있다. 민간처리 시설의 경우 모두 35개소로 경기지역과 충청지역, 그리고 인천지역에 분포하고 있다. 음식물 처리장으로 보내진 음식물 쓰레기들은 음폐수 처리를 거친 후에 자원화되게 되는데, 가스나 화력발

전을 위한 연료로 변환되어 전기나 도시가스 발전에 쓰이기도 한다. 또 다른 방식으로서는 퇴비로 만들어져 농업에 이용되거나 사료로 변환되어 가축들의 먹이로 제공되는 경우가 있다.

## 2. RFID 개별계량 방식(공동주택)

앞서 설명한 바와 같이 현재 시행되고 있는 음식물 쓰레기 종량제의 종류는 크게 4가지로 RFID 개별계량 방식, RFID 차량계량 방식, 쓰레기 봉투 방식, 그리고 납부필증 방식이 그것이다. 이 부분에서는 본 연구의 연구 대상인 RFID 개별계량 방식에 대하여 좀 더 자세히 살펴보고자 한다. 먼저 음식물 쓰레기 종량제 방식을 하나씩 살펴보면, 새롭게 도입된 RFID 개별계량 방식의 경우 무게 단위로 쓰레기 배출량을 계량하고 있으며, 각 세대가 배출한 만큼 배출 수수료를 부담하는 세대별 종량제 방식을 택하고 있다. 배출 수수료는 자치구마다 조금씩 상이하나 보통 1Kg당 100원이며, 75원 인 구도 몇몇 곳 존재한다. RFID 개별계량 방식의 경우 각 세대에 RFID 태그가 내재된 카드가 배포되며, 각 세대에서는 음식물 쓰레기 배출 시 단지 내 설치된 음식물 쓰레기 수거 기계에 카드를 찍고 무게를 계량한 뒤 배출하는 방식으로 쓰레기 배출이 이루어진다. RFID 차량계량 방식은 RFID 개별계량 방식과 무게 종량제를 택한다는 점에서 동일하지만, 개별계량 방식과 다르게 단지 내에서 배출된 쓰레기를 모두 계량한 후, 배출 수수료를  $1/n$ 하여 공동 부담하는 단지별 종량제를 택하고 있다는 점에서 차이점을 가진다. RFID 차량계량 방식에서는 아파트 단지 내에 설치된 음식물 쓰레기 통에 쓰레기를 배출한 뒤, RFID 계량기기가 부착된 차량이 쓰레기 배출



량을 계량한다. 이후 전체 배출량에 대한 배출 수수료를  $1/n$  하여 단지가 공동부담한다. 쓰레기 봉투 방식은 각 세대가 소매점에서 쓰레기 봉투를 구입하는 방식으로 배출 수수료를 부담하므로 세대별 종량제를 택하고 있으며 부피 단위로 배출량을 계량하기 때문에 부피 종량제 방식을 택하고 있다. 배출 수수료는 자치구마다 상이하지만 모든 구에서 RFID 계량방식보다는 저렴하다. 마지막으로 납부필증은 RFID 차량계량 방식과 마찬가지로 단지별 종량제를 택하고 있다. 그러나 부피 단위로 쓰레기 배출량을 계량한다는 점에서 차이점을 가진다.

**<표 2-5> 음식물 쓰레기 종량제**

	RFID 개별계량 방식	RFID 차량계량 방식	쓰레기 봉투	납부필증
계량 방식	무게 종량제	무게 종량제	부피 종량제	부피 종량제
수수료 부과	세대별 종량제	단지별 종량제	세대별 종량제	단지별 종량제
수수료	75~100원 /Kg	75~100원 /Kg	자치구마다 상이하나 RFID 방식보다 낮음	자치구마다 상이하나 RFID 방식보다 낮음

RFID 개별계량 방식의 도입 이전 활용되던 납부필증, 쓰레기봉투, RFID 차량계량에서 RFID 개별계량 방식으로의 변화가 어떠한 차이점들을 가지는지 살펴보면 위 <표 2-5>와 같다. 그림에서 보여지고 있는 바와 같이 납부필증 방식에서 RFID 개별계량 방식으로 변화할 때 단지별 종량제가 세대별 종량제로 바뀌었으며 배출 수수료 또한 인상되었다. 쓰레기 봉투 방식은 기존에 세대별 종량제를 택하고 있었으므로 이것에 대한 변화는 없었으나 역시 배출 수수료가 인상되었다. RFID 차량계량 방식의 경우 배출 수수료는 인

상되지 않았으나 단지별 종량제가 세대별 종량제로 변화하였다. 따라서 아파트 공동 주택에 적용되는 기존 세 가지 방식에서 RFID 개별계량 방식으로 변화할 때 배출 수수료를 인상하거나 세대별 종량제를 시행하는 두 가지 변화가 일어났다고 할 수 있다.

### 3. 주택형태별 음식물 쓰레기 종량제

아래 <그림 2-5>에서 보여지고 있는 바와 같이, 음식물 쓰레기 배출원은 크게 공동주택, 단독주택, 소형음식점, 그리고 다량배출사업장의 네 가지 종류가 있다. 현재 서울시에서는 음식물 쓰레기 배출원에 따라 종량제 방식을 달리 적용하고 있다.

<그림 2-5> 배출원에 따른 음식물 쓰레기 종량제 방식

배출원	공동주택	단독주택	소형음식점	다량배출사업장
	 <b>공동주택</b> -1,483천 세대 -972톤/일 (31%)	 <b>단독주택</b> -2,645천 세대 -980톤/일 (31%)	 <b>소형음식점</b> -109천 개소 -596톤/일 (19%)	 <b>다량배출사업장</b> -10,559개소 -633톤/일 (20%)
종량제 방식	<b>세대별</b> -종량제 봉투 32% -RFID 계량기 19% <b>단지별</b> -납부필증 41% -RFID 차량 8%	<b>세대별</b> -종량제 봉투 93% -납부필증 7%	<b>업소별</b> -납부필증 46% -종량제 봉투 29% -정액제 21% -RFID 차량 4%	<b>업소별</b> -정액제, 종량제

출처: 서울시(2015)

## 1) 공동주택(아파트)

먼저 아파트 공동주택의 경우 세대별로 음식물 쓰레기를 배출하고 배출량에 따라 세대별로 수수료를 납부하는 세대별 종량제 방식과, 각 세대에서 배출하는 음식물 쓰레기를 모두 모아 처리한 다음 여기에서 발생한 수수료를 공동으로 부담(1/n 방식)하는 단지별 종량제 방식을 모두 채택하고 있다. 공동주택 세대별 종량제에 활용되는 방식은 쓰레기 봉투에 담아 음식물 쓰레기를 배출하는 종량제 봉투방식과 단지 내에 설치된 RFID 계량기에 배출하는 RFID 개별계량 방식으로 세분화된다. 이 중에서도 RFID를 활용한 방식은 공동주택에서만 활용될 수 있는데, 기계의 정기적 관리와 활용을 위하여 주거 시설을 전문적으로 관리하는 인력이 필요하기 때문이다. 따라서 서울시는 아파트 관리사무소와 경비원이 상주하는 공동주택에서만 RFID 기술을 활용하게 하고 있다.

“아무래도 중간에 기계가 고장나거나 하는 일이 있을 수 있고, 주민들도 처음에는 어떻게 사용하는지 모르고 하니까....그리고 음식물 국물같은게 떨어질 수 있거든요. 그런거 다 환경 관리하고 하려면 당연히 경비원이나 사무소 있는 아파트에서밖에 도입할 수가 없죠.”

(○○구청 청소행정과 직원)

아파트 공동주택에 도입된 단지별 종량제는 납부필증 방식과 RFID 차량 계량 방식이 있는데, 두 가지 방식은 단지 내에 설치된 전용용기에 모든 세대에서 배출된 음식물 쓰레기를 모은 후 처리 비용을 공동으로 부담한다는 데에서 본질적으로 동일하다. 그러

나 납부필증 방식은 120L 부피의 전용 용기에 음식물이 모아져 수거업체에서 몇 개의 용기를 수거하였는지 측정하는 방식으로 배출량이 측정되는데 비하여, RFID 차량계량 방식은 통에 모아진 음식물의 양을 수거할 때 수거 차량에 부착된 RFID 태그를 활용하여 그 자리에서 정확하게 측정한다는 점에서 상이한 점을 지닌다. 또한 이러한 특성 때문에 납부필증 방식의 경우 부피(L)단위로 측정된 후 Kg 단위로 변환되는데, 차량 계량 방식은 처음부터 무게(kg)단위로 쓰레기 양을 측정한다.

## 2) 기타 배출원(단독주택, 소형음식점, 다량배출사업장)

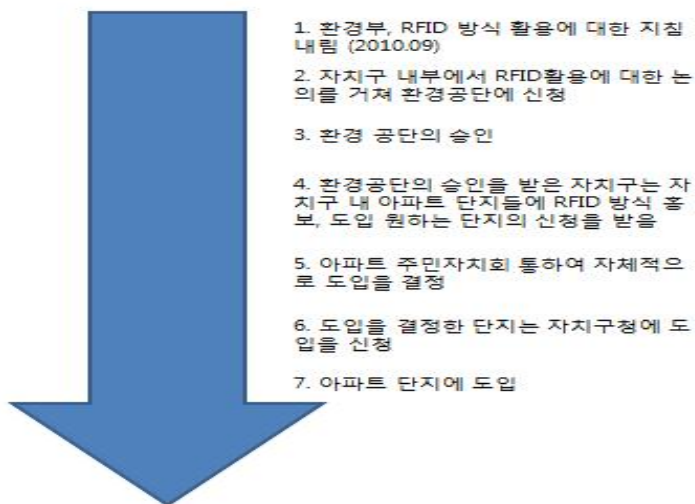
단독 주택에서도 종량제 봉투를 이용한 세대별 종량제와 납부필증을 이용한 단지별 종량제 방식이 동시에 활용되고 있으나, 종량제 봉투 방식이 93%로 대다수이다. 소형음식점의 경우 납부필증 방식과 종량제 봉투 방식, RFID 차량 계량 방식 외에도 음식물 배출량과 상관없이 일정 금액을 납부하는 정액제 방식이 활용되고 있다. 정액제 방식은 다량배출사업장에서도 활용되고 있다.

## 제 4절 RFID 기술 도입과 음식물 쓰레기 종량제

### 1. RFID기술의 도입

환경부는 지난 2013년 음식물 쓰레기 처리에 RFID를 활용하라는 강력한 권고를 발표하였다. 이후 전국 지방자치단체에서는 음식물 쓰레기 처리에 RFID 방식을 활용하려는 노력을 지속적으로 해오고 있으며, 서울시에서는 지난 2014년 아파트 단지를 중심으로 RFID 기술을 도입할 것을 자치구에 권고하였으며 RFID 기기 설치에 특별교부금을 지원하겠다는 의사를 밝혔다. 이후 자치구들에서는 각 구 정부 예산 등을 고려하여 도입 여부를 결정하고 RFID를 도입할 것을 한국 환경공단에 신청하였다. RFID 방식 도입 과정을 도식화하여 나타내면 아래 <그림 2-6>과 같다.

<그림 2-6> RFID 개별계량 방식 도입 순서



먼저 한국환경공단은 현재 RFID를 활용한 음식물 쓰레기 처리의 관리와 모니터링 전반을 담당하고 있는 기관으로 자치구에서 RFID기술의 활용을 신청하면 이를 승인하게 된다. 한국 환경공단의 승인을 받은 자치구에서는 자치구 내 위치하는 아파트 단지들에 설명회, 전단지 등을 통하여 RFID 기술을 활용한 음식물 쓰레기 수거방식의 효과성과 도입을 원하는 아파트 단지들은 구청에 기기 설치를 신청할 것을 홍보한다. 도입을 원하는 아파트 단지에서는 주민 공청회 및 반사회, 주민회의 등을 통하여 도입 여부를 자치적으로 결정하게 되며, 도입이 결정된 아파트 단지에서는 구청에 단지 내 기기를 설치해줄 것을 신청하게 된다.

*“RFID 방식 도입할지 말지는 다 주민들이 알아서 결정해요. 알아서 반사회 열거나 머 공청회 열거나 해서 회의를 하죠. 보통은 거기서 뭐 과반수 이상 찬성하고 하면 RFID 쓰겠다 이렇게 결정을 하고 이제 그걸 구청에 알리는 식으로 신청하는거지 뭐. 그거 구청이 하란다고 누가 억지로 하겠어요? 대신 구청에서 이제 설명회같은거 열어서 질문같은것도 받고 홍보도 하고 그러긴 하지.”*  
(○○아파트 관리사무소장)

이후 자치구청 청소행정과에서 RFID 기기를 설치하고 주민들에게 세대 정보가 담긴 RFID 카드를 발급하면 도입이 마무리된다.

## 2. 사용방법

아래 <그림 2-7>은 서초구에서 현재 사용되고 있는 RFID

기계이다. RFID를 활용한 음식물 쓰레기 수거는 다음과 같이 이루어진다. 먼저 RFID 도입이 결정되면 자치구에서는 각 가정에 세대를 식별할 수 있는 RFID태그가 내장된 카드를 발급한다. 이후 각 가정에서는 발생한 음식물 쓰레기를 한 데 모아 투기하게 되는데, 아파트 단지에는 아래 <그림 2-7>과 같은 RFID 태그 리더기가 내장된 기기가 설치되어있다. 각 세대에 발급된 카드를 리더기에 대면 기기에서는 어느 세대에서 쓰레기를 배출하려고 하는지 인식하게 된다. 이후 기기의 뚜껑이 열리면 기기의 안에 쓰레기를 배출하게 되며, 쓰레기 배출이 끝나면 기기 내부에서 자동으로 배출된 음식물 쓰레기 양을 측정하여 컴퓨터 화면에 정확한 배출량을 명시하게 되며 이후 기기의 뚜껑이 닫힌다.

<그림 2-7> 음식물 쓰레기 종량제 RFID 기계



### 3. 서울시 현황

#### 1) 공동주택(아파트)

RFID 기술 활용 현황을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 서울시 25개 자치구 중 납부필증과 RFID방식을 활용하는 구는 모두 18개 구이다. 이 중 강북, 은평, 관악구에서는 납부필증만을 사용하고 있으며, 금천, 영등포, 송파, 도봉, 마포구에서는 RFID 방식을 활용하고 있다. 납부필증에서 RFID로 전환이 완벽하게 이루어지지 않은 구는 중구, 용산, 성동구를 비롯한 10개 구이다.

〈표 2-6〉 공동주택 납부필증-RFID 활용 자치구

구분	납부 필증	RFID	납부필증 +RFID
	3	5	10
자치구	강북 은평 관악	금천 영등포 송파 도봉 마포	중구, 용산, 성동, 광진, 동대문, 중랑, 성북, 노원, 서대문, 동작

RFID 방식과 쓰레기 봉투 방식을 활용하고 있는 구는 모두 7개이다. 먼저 강남구는 현재 서울시에서 RFID 방식을 전혀 활용하지 않고 전용봉투방식만을 사용하고 있는 유일한 구이며 강동구는 전용봉투와 납부필증, RFID 방식을 동시에 활용하고 있는 유일한 구이다. 전용봉투와 RFID 방식을 동시에 활용하고 있는 구는 종로, 양천, 강서, 구로, 서초구로 모두 5개 자치구에 해당한다



〈표 2-7〉 전용봉투-RFID 활용 자치구

구분	전용봉투	전용봉투 +RFID	전용봉투 +납부필증+RFID
자치구	1	5	1
	강남	종로, 양천, 강서, 구로, 서초	강동

## 2) 단독주택

앞서 설명한 바와 같이 단독 주택에서는 대부분 쓰레기 전용봉투 방식이 활용되고 있으며, 현재까지 RFID 방식은 활용되고 있지 않다. 전용봉투방식만을 활용하는 구는 중구, 용산구를 비롯한 20개 자치구로 대부분에 해당하며, 이외 납부필증만을 사용하는 구(노원, 송파)와 납부필증과 전용봉투를 동시에 사용하는 자치구(종로, 광진, 마포)도 존재한다.

〈표 2-8〉 공동주택에서의 음식물쓰레기 종량제

구분	납부필증	전용봉투	납부필증+전용봉 투
자치구	2	20	3
	노원, 송파	중구, 용산, 성동, 동대문, 중랑, 성북, 강북, 도봉, 은평, 서대문, 양천, 강서, 구로, 금천, 영등포, 동작, 관악, 서초, 강남, 강동	종로, 광진, 마포

### 3) 소형 음식점과 다량배출사업장

소형 음식점과 다량배출사업장에서는 납부필증과 전용봉투 외에도 정액제 방식이 활용된다. 정액제는 음식물 쓰레기 배출량과 상관없이 일정 금액을 납부하게 하는 방식으로 먼저 소형음식점의 경우 현재 성동, 노원, 강서, 금천, 서초의 5개 자치구에서 실시되고 있다. 쓰레기 전용봉투의 경우 구로, 동작 관악, 강남의 4개구에서 활용되고 있으며 납부필증은 종로와 용산구를 비롯한 11개 자치구에서 도입되고 있다.

〈표 2-9〉 소형음식점-대량사업배출장에서의 음식물쓰레기 종량제

구분	납부필증	전용봉투	정액제	기타
	11	4	5	5
자치구	종로, 용산, 광진, 동대문, 중랑, 강북, 은평, 서대문, 영등포, 송파, 강동	구로, 동작, 관악, 강남	성동, 노원, 강서, 금천, 서초	중구 : 납부필증+정액제 성북 : 납부필증+봉투+정액제 도봉 : RFID+봉투 마포 : 납부필증+봉투 양천 : 봉투+정액제

다량배출사업장의 경우 대형 음식점이나 학교 등 음식물 쓰레기를 매우 다량으로 배출하는 업장의 쓰레기들을 모아 처리하는 곳으로, 다량배출사업장까지는 트럭으로 운반하며 이후 차량 계량을 통하여 음식물 쓰레기의 무게를 측정한다.

## 제 5절 RFID 기술

### 1. RFID 기술의 역사와 활용 사례

#### 1) RFID 기술의 역사

RFID(Radio Frequency Identification) 기술은 1886년 프레데릭 헤르츠 (Frederick Hertz)가 자신의 실험실에서 Radio Frequency의 존재를 발견하면서 시작되었다 (Wyld, 2005). 이후 제 2차 세계대전에서 미국과 영국 군에 의하여 야군과 적군을 식별할 수 있게 하는 군사적 목적으로 개발되었다. 이후 1970년대와 1980년대 들어 소수의 과학자들에 의하여 RFID 기술을 활용한 특허가 등록되기도 하였으나 상용화되지 못하다가 (Takahashi, 2004), 2005년 미국의 Wal-Mart가 물류 유통과 관리에 RFID 시스템을 전면 도입하면서 비로소 상용화되기 시작했다고 할 수 있다 (Sharam and Manish, 2005). 이후 발전을 거듭하여 현재는 국방, 물류유통 뿐만 아니라 제약, 가축 전염병 관리, 친환경적 쓰레기 수거, 질병관리, 공공 교통 상황 관리 등 다양한 분야에서 활용되고 있다 (Jung and Lee, 2015).

〈표 2-10〉 RFID의 역사

Date	Event
1886	Radio Frequency의 발견이 Frederick Hertz의 실험실에서 이루어짐
1930-1940	미 해군이 적 비행기와 선박 탐지를 위하여 RFID를 이용한 식별 시스템 IFF(Identify Friend or Foe)를 개발
1940-1950	IFF 시스템을 이용한 식별 시스템이 세계 제 2차대전에서 활용되기 시작
1973	IBM의 연구 개발자였던 Charles Walton이 RFID이용하여 문을 열고닫을 수 있는 시스템을 개발하였으며 이를 특허 신청함
1980-1990	미국과 유럽 회사들을 중심으로 RFID 태그 활용과 생산에 대한 관심이 증대됨
2003	MIT에 위치한 Auto-ID 센터에서 본격적으로 RFID 상용화에 대한 연구가 시작
2005	미국의 월마트(Wal Mart)에서 물류 관리에 RFID이용하게 되면서 최초의 상용화가 진행됨

우리나라에서도 RFID는 효과적 정책 집행을 위한 수단으로 쓰이고 있다. 특히 조달청은 지난 2006년부터 전국 2300여개 공공기관을 대상으로 RFID 태그를 활용한 ‘공공기관 물품관리 평가’를 시행함으로써 지난 2014년 행자부에 의하여 최우수기관으로 선정되기도 하였다.<sup>2)</sup> 또한 부산시 해운대구청은 여름 피서철 해운대 해수욕장을 찾는 아동들에게 RFID 태그가 부착된 미아용 팔찌를 무상으로 대여하여 부모들이 스마트폰을 통하여 아동의 위치를 쉽게 파악

2) 「조달청 물품관리」, 행정자치부서 최우수기관 선정, 국제뉴스 2014-12-17.  
<http://www.gukjenews.com/news/articleView.html?idxno=178048>

할 수 있도록 하였다.<sup>3)</sup> 서울시는 RFID 기술을 쓰레기 관리에 도입하여 각 가정 별 쓰레기 배출량을 명시화함으로써 쓰레기 투기에 있어 책임감을 강화하고 쓰레기 부피와 총량을 감소시키려는 정책적 노력을 지속하고 있다. 이어지는 부분에서는 RFID 기술이 전세계적으로 어떠한 분야에서 활용되고 있는지를 특히 공공 영역을 중심으로 살펴보도록 하겠다.

## 2) RFID 기술의 활용사례

이 부분에서는 전 세계적으로 공공영역에서 RFID 기술이 어떠한 방식으로 활용되고 있는지를 살펴볼 것이다. RFID 기술이 활용되고 있는 분야는 국방과 보안, 식별, 환경, 교통, 보건, 그리고 농축산업 분야의 여섯 가지 분야로 크게 나누어볼 수 있다. 세부적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

### (1) 국방과 보안 (Defense and Security)

RFID 기술은 앞서 설명한 바와 같이 세계 제 2차 대전에서 군사적 목적으로 적극 개발되기 시작하였으며 현재에도 국방과 보안 능력을 강화하기 위한 목적으로 널리 쓰이고 있다. 먼저 미 해군과 육군에서 화물과 물류 관리에 RFID 기술이 도입된 사례를 살펴볼 수 있다. Weinstein(2005)에 의하면 미 해군은 화물 관리에

---

3) 「해운대해수욕장, 미아방지용 전자팔찌 대여」, 연합뉴스 2010-06-28.  
<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=102&oid=001&aid=0003353674>

RFID 태그가 내장된 칩을 사용하고 있으며, Konsynski and Smith(2003)도 미 육군에서 컨테이너 관리에 쓰이고 있는 RFID의 사례를 보고하고 있다.

항구와 공항의 강화를 위해서 RFID가 쓰이는 사례도 찾아볼 수 있다. 뉴욕 시에서는 9/11 테러 이후 뉴욕 항구에 반입되는 화물들을 쉽게 탐색하고 이를 통하여 보안을 강화하기 위한 목적으로 RFID를 활용하기 시작하였다 (Konsynski and Smith, 2003). 이와 같은 사례는 동남 아시아 국가에서도 관측되는데, 대만 정부는 카오시웅(Kaohsiung) 항구의 화물 관리와 보안 강화를 위하여 신기술 도입에 적극 앞장서고 있다 (Tsai and Huang, 2012).

RFID 기술은 교도소 관리에도 활용된다. 가장 대표적인 예는 미국 캘리포니아 주에 위치한 Calpatricia 교도소의 사례로, 캘리포니아 주정부는 Calpatricia 교도소에 수감중인 재소자들에게 RFID 칩이 내장된 팔찌로 의무적으로 차게 하였다. 이를 통하여 교도관들은 손쉽게 재소자들의 위치를 파악할 수 있으며, 재소자들이 허락되지 않은 공간에 들어설 경우 즉시 교도관들에게 이러한 사실이 보고된다 (Kim, 2008). Calpatricia 교도소의 성공사례를 바탕으로 다른 LA 주에 위치한 교도소들에서도 이와 같은 시스템을 도입하였다 (Nicholas, 2008). 한국과 일본에서는 아동들의 위치를 부모들이 쉽게 파악하기 위하여 아동들의 안전을 보호하는 데에도 많이 활용되고 있다. 먼저 한국의 경우 부산 시 정부에서 대표적인 여름 관광지인 해운대를 방문하는 어린이들에게 RFID 태그가 내장된 팔찌를 착용하게 하여 미아를 방지하고자 하였다. 또한 일본에서는 아이들의 책가방에 RFID 태그를 부착하여 부모들이 위치를 실시간으로 파악하게 하고 있다.

〈표 2-11〉 국방-보안 분야에서 활용되는 RFID

적용 분야	저자	출판 연도	케이스	국가
육해군	Weinstein	2005	미 해군이 화물(cargo)관리에 RFID 태그 내장 칩 사용	미국
	Konsynski and Smith	2003	미 육군이 컨테이너 관리에 사용	미국
	Tien	2004	이라크에서 미 육군이 부대 관리에 활용	미국
공항 보안	Werb and Sereiko	2002	테러리스트의 공격으로부터 미국을 보호하기위하여 RFID 활용한 두 가지 프로그램이 가동	미국
	Smith and Konsynski	2003	뉴욕 시 정부에서 RFID활용한 화물관리 프로그램 도입 (CargoMate)	미국 미국
	Tsai and Huang	2012	카오시앙 항구에서 항구 보안 관리를 위하여 도입	대만
교도소 관리 및 아동 보호	Kim	2008	캘리포니아 Calpatria 교도소에서 교도소 관리에 활용	미국
	Nicholas	2008	LA에서 교도소 관리에 활용	미국
	Ema and Fujigaki	2011	부모들에게 아동들의 도착과 출발 시간을 정확하게 알려줌	일본
	연합뉴스	2013	해변에서 RFID태그를 활용하여 아동들의 위치를 파악	한국

## (2) 식별 (Identification)

RFID 태그는 전자 여권과 전자 주민증 등 신분을 식별할 수 있는 방안으로도 활용되고 있다. 조지 W. 부시 대통령은 9/11 테러 이후 미국에 입국하고자 하는 국가들은 모두 RFID 칩이 내장된 전자 여권을 사용할 것을 요구하였으며 (Lorenc, 2007), 이후 전자여권을 활용한 비자 면제 프로그램 또한 도입하였다 (Meingast et al., 2007). 이후 한국에서도 전자여권이 도입되어 현재까지 사용되고 있

다 (Kim, 2008).

RFID 태그 활용하여 전자 주민증을 도입한 국가도 있다. 영국에서는 이미 RFID 태그를 활용한 전자 주민증을 사용하고 있으며 (Ezkovski and Watkins, 2007), 중국에서도 전자 주민증을 사용하고 있다 (Kovavisaruch and Suntahrasaj, 2007).

**<표 2-12> 식별 분야에서 활용되는 RFID**

적용 분야	저자	출판 연도	케이스	국가
전자여권	Meingast et al.	2007	미국 정부가 RFID태그를 활용한 전자여권과 비자 면제 프로그램을 도입함	미국
	Lorenc	2007	전자여권의 전반적 역사 소개	미국
	Kim	2008	한국정부에서 도입한 전자여권에 대한 찬반 논쟁 소개	한국
	Hossain	2014	호주 정부에서 사용되고 있는 전자여권	호주
전자 주민증	Ezovski and Watkins	2007	영국에서 RFID칩이 내장된 전자 주민증을 도입함	영국
	Kovavisaruch and Suntahrasaj	2007	중국 전자 주민증에 대한 간략한 소개	중국

### (3) 환경(Enviromental application)

한국 정부는 2006년 의료 폐기물 관리에 RFID를 도입할 것을 버제화하였으며 2008년부터 전국 모든 의료시설에 전면 도입하였다 (Kang et al., 2012). 따라서 현재 한국에서 발생하는 감염성 의료 폐기물을 비롯한 모든 종류의 의료 폐기물들은 모두 RFID 태



그를 통하여 관리 및 폐기처분되고 있다. 쓰레기 관리를 위하여 RFID 기술을 도입하고 있는 사례들은 선진국 뿐만 아니라 개발도상국에서도 상당히 관찰된다. 인도의 경우 도시발전이 가속화되면서 급격하게 늘어나고 있는 도시 폐기물들을 효율적으로 관리하고 처리하기 위하여 RFID 기술을 도입하였으며 (Infotech, 2013), 중국에서도 상하이 시 정부가 2011년 상하이 엑스포에 대비하여 보다 청결하고 친환경적인 도시 경관을 조성하기 위하여 쓰레기 폐기물 처리에 RFID를 도입한 바 있다. 미국과 EU와 같은 선진국에서도 쓰레기 관리와 처리를 위한 RFID 기술 활용은 꾸준히 이루어지고 있다 (Schindler et al., 2012, Rnasford et al., 2012).

또한 한국의 경우 거리의 가로수를 관리하는데에도 이러한 혁신 기술을 활용하고 있는데 U-Street 프로그램을 통하여 가로수들은 RFID태그가 내장된 칩들을 부착하게 된다. 이를 통하여 관리자들은 가로수들의 위치와 상태를 쉽게 사무실에서 파악할 수 있다 (Kim et al., 2006).

**<표 2-13> 환경 분야에서 활용되는 RFID**

적용 분야	저자	출판연도	케이스	국가
쓰레기 관리	Kang et al.	2012	2006년 한국 정부가 의료 폐기물 관리에 RFID 도입	한국
	Infotech	2013	인도에서 빠르게 성장하는 도시 폐기물 관리에 RFID 활용	인도
	Ruan and Hu	2011	상하이 시정부가 2011년 상하이 엑스포에 대비하여 도시 폐기물 관리 재정비	중국

	WWICS	2008	미국에서 활용되고 있는 쓰레기 관리법	미국
	Schindler et al.	2012	유럽 연합 국가들에서 RFID 활용한 쓰레기 관리	유럽
	Ransford et al.	2012	미국에서 활용되고 있는 RFID 기반 쓰레기 관리	미국
가로수 관리	Kim et al.	2006	한국 정부에서 가로수 관리에 RFID 시스템 활용	한국

#### (4) 교통(Transportation)

대중 교통 카드에 RFID 칩을 내장하여 요금을 징수하는 것은 이제는 전세계적으로 대중적인 요금 징수 방식이다. 그 중에서도 홍콩의 Octopus card는 세계적으로 가장 성공한 대중 교통 요금 징수의 사례로 꼽혀왔다 (Kovavisaruch, 2007). 중국에서는 현재 세계 최대 규모의 대중 교통 요금 징수 시스템을 구동중이며 (Kovavisaruch, 2007), 인도에서도 기차 요금 징수를 위하여 시민들에게 RFID칩이 내장된 카드를 사용하게 하고 있다. 미국에서도 톨게이트비 징수에 있어 RFID 기술을 활용하여 교통 정체를 방지하고 있으며, 범죄자들의 차량을 쉽게 인식하여 검거에 활용하는 긍정적인 외부효과를 창출하기도 하였다 (Smith, 2006). RFID 기술을 톨게이트 비용 징수에 활용하는 사례는 한국에서도 찾아볼 수 있다. 한국 정부는 고속도로 톨게이트 비용 징수를 위하여 차량에 부착된 RFID 태그를 인식하여 자동 처리되게 하는 하이패스(Hypass) 방식을 전면 도입하여 활용하고 있다.

RFID 태그는 도로 상황 관리에도 사용되고 있는데, Prado et al. (2013)에 의하면 멕시코 정부는 RFID 태그를 통하여 얻어진

정보들을 도로 교통 관리에 적극 활용하고 있으며, 비슷한 사례는 방글라데시에서도 찾아볼 수 있다 (Hossain et al., 2012).

〈표 2-14〉 교통 분야에서 활용되는 RFID

적용 분야	저자	출판연도	케이스	국가
대중교통	Ulatowski	2007	통행료 징수에 신기술 도입 및 활용	미국
	Kovavisaruch	2007	홍콩에서 스마트 카드를 이용하여 대중교통 이용료 징수	홍콩
	Kovavisaruch	2007	중국에서 도입한 세계 최대 규모의 대중교통요금 징수 시스템	중국
	Prasanth and Soman	2009	인도에서 철도 이용료 지불에 활용	인도
	Kim	2008	한국 고속도로에서 활용되고 있는 하이패스	한국
도로관리	Prado et al.	2013	멕시코 정부가 도로 관리에 RFID를 어떻게 활용하고 있는지 소개	멕시코
	Hossain et al.	2012	방글라데시에서 도로 관리에 사용	방글라데시

## (5) 보건복지 (Healthcare and Welfare)

대만 정부는 자국 병원들이 병원 관리에 RFID 태그를 활용하는 것을 적극 권장하고 있다. 이러한 정부 권고에 따라 대만 병원들에서는 병원에서 사용하는 물품, 즉 의료 기기와 침대, 컴퓨터 등에 RFID 태그를 부착하고 이를 통하여 물품의 위치 등에 대한 정보

를 손쉽게 얻고 있다. Kuo and Chen (2008)의 연구에 의하면 병원들은 이러한 관리 방식을 통하여 물품 손실률을 감소시킬 수 있었다. 제약 산업 관리에 있어서, 위약의 제조를 막기 위하여 RFID 기술이 활용되기도 한다. Wyld (2008), Romero and Lefebvre (2013)는 미국 정부가 FDA에 제약관리 산업에 RFID 기술을 도입할 것을 강력하게 권고하였음을 보고하고 있으며, Skinar (2005)는 플로리다주 정부가 의약품 유통에 RFID 태그를 활용하지 않는 공급자들에게 제재를 가하고 있다는 사실을 보고하고 있다.

파키스탄에서 RFID는 시각 장애인들을 위한 물건 인식 프로그램에도 쓰이고 있다. Murad et al. (2011)에 따르면 파키스탄 정부는 현재 시각 장애인들이 주위 물건을 손쉽게 식별할 수 있도록 물건에 RFID 태그를 부착하여 활용하는 방법에 대한 연구를 적극 지원하고 있다.

마지막으로 RFID가 전염병 관리에 매우 효과적으로 활용되었던 사례를 소개하고자 한다. 2003년 동남아 전역을 강타하였던 SARS(Severe Acute Respiratory Syndrome) 의 확산을 막고자 싱가포르와 대만 정부는 병원을 방문하는 방문자, 환자, 그리고 병원 의료진과 직원들에게 RFID 태그를 부착하고 분석함으로써 SARS 보균자의 위치를 파악하고자 하였다. 이를 통하여 전염병의 확산을 효과적으로 방지할 수 있었다 (Nicholas, 2008).

〈표 2-15〉 보건복지 분야에서 활용되는 RFID

적용 분야	저자	출판연도	케이스	국가
병원관리	Kuo and Chen	2008	대부분의 병원들에서 병원관리에 RFID 활용하며 정부에서 적극 지지	대만
제약산업 관리	Wyld	2008	미국 정부에서 제약 산업 관리에 RFID를 활용할 것을 강력하게 권고	미국
	Thuemmler et al.	2007		미국
	Romero and Lefebvre	2013		미국
	Skinar	2005	플로리다 주에서 제약 제조 시 RFID 활용하지 않으면 제재 가함	플로리다 주
장애인 복지	Murad et al.	2011	장애인들을 위한 물건 인식 프로그램을 개발	파키스탄
전염병 관리	Nicholas	2008	싱가포르 정부에서 2003년 SARS의 확산을 막기 위하여 RFID 활용	싱가포르
	Kuo et al.	2004	대만 정부에서 SARS 확산을 막기 위하여 RFID 활용	대만

## (6) 농축산업 (Agriculture and Livestock)

일본에서는 RFID 기술을 활용하여 살충제의 무분별한 유입을 방지하기도 한다. Nanseki et al. (2005)에 따르면 일본 정부는 e-Japan 프로그램을 도입하였으며, 농작물 관리와 살충제의 무분별한 유입 및 확산을 막기 위하여 농토에 RFID 태그를 부착하여 정기적으로 상태를 점검하고 있다.

가축 질병 관리에 RFID 기술을 활용하는 사례는 이미 호주와 미국에서 상당히 많이 찾아볼 수 있다. 그 중에서도 호주의 Cochrane Dairy 농장은 가장 선도적인 사례 중에 하나로, 이 농장에서는 젖소가 태어나자마자 이들에게 RFID 칩이 내장된 태그를 부착하고 이를 통하여 젖소들의 이동경로 및 기본적인 건강 상태를 체크한다. 태그에 저장된 호주 농장 가축들에 대한 정보는 모두 NLIS (National Livestock Identification System)에 저장되어 정부 차원의 관리 또한 동시에 이루어질 수 있게 하였다 (Hossain, 2009). 미국 정부도 2002년부터 유사한 형태의 RFID를 활용한 가축관리를 시도하고 있으며, (Wyld, 2008) “가축 질병 관리”를 주 목적으로 밝히고 있다 (USDA-APHIS, 2005).

**<표 2-16> 농/축산업 분야에서 활용되는 RFID**

적용 분야	저자	출판연도	케이스	국가
농업 위험 관리	Nanseki et al.	2005	농작물 관리를 위하여 RFID기반한 살충제 관리 프로그램 개발	일본
	Sugahara	2009		일본
가축 질병 관리	Trevarthen and Michael	2007	Cochrane Dairy Farm에서 젖소들에게 RFID 태그 부착	호주
	Hossain	2009	호주 농장에서 활용되고 있는 RFID 기술	호주
	Wyld	2008	미국 정부가 2002년 RFID 이용한 가축관리 프로그램 도입	미국

## 2. RFID 활용의 문제점

RFID 기술은 과학기술이 우리 사회에서 일어나고 있는 모든 비효율의 문제를 시정하여줄 것이라는 믿음 속에서 도입되기 시작하였지만, 행정·정책의 현장에서 발생하는 여러 문제점들이 세계 여러 나라들의 사례에서 관측되고 있다.

먼저 Laurie (2007)와 같은 학자들은 RFID 기술에 이용되고 있는 암호화 방식이 RFID 태그에 들어있는 여러 가지 정보들을 효과적으로 보호하기에는 아직 완벽하지 않다는 점을 지적하였다. Hossain et al. (2009)에 의하면 현재 RFID 기술에 사용하는 주파수에 대한 국제적 합의가 이루어지지 않아 국가 간 물류 유통에 어려움을 겪고 있다. 또한 RFID 기술로도 해결할 수 없는 영역이 존재하는데, Ema and Fujigaki (2011)는 아동의 위치를 파악하는 것이 꼭 아동의 안전을 보호하는 것은 아니라는 점을 지적하였다. 또한 RFID 태그를 전혀 손상하지 않고도 드릴로 물품이 든 상자를 훼손하여 내용물을 꺼낼 수 있기 때문에 RFID 태그의 이용이 안전한 물류유통에 효과적이지 않을 수 있다는 연구 결과도 존재한다 (Vining, 2005).

<표 2-17> RFID 기술의 기술적 한계 사례

문제점	연구	사례
암호화 (Cryptography)	Laurie (2007)	현재의 암호화방식은 완벽하지 않으며 언제든지 해커들에 의하여 공격당할 가능성이 있음

표준화 (Standard)	Hossain et al. (2009)	RFID 기술에 활용되는 주파수에 대한 기준이 국가마다 달라 국가 간 물류 유통에 어려움을 겪음
숨겨진 공간 (Niche Space)	Ema and Fujigaki (2011)	아동의 정확한 위치를 알려주는 것이 꼭 아동의 안전을 보장해주는 것은 아님
	Vining (2005)	항구 컨테이너에 부착된 RFID 태그를 손상하지 않고도 드릴을 사용해서 컨테이너 안 내용물을 절도한 사례가 보고됨
	Ezovski et al. (2007)	현재 가장 안전한 방식으로 여겨지는 Faraday Cage도 추가적인 보호장치 없이는 언제나 공격받을 수 있음

RFID 태그가 저렴하고 효과적인 식별 서비스를 제공해줄 것이라는 일반적인 믿음과 달리 비용편익적 측면에서 효과적이지 않을 것이라는 견해도 존재한다. Becker (2004)는 RFID 태그가 기존의 바코드 시스템에 비하여 더 비싸다는 점을 지적하였다. 뿐만 아니라 프라이버시와 정보 보호에 더 효과적인 active tag의 경우 passive tag보다 일반적으로 훨씬 고가이다 (Jensen, 2008). Kuo and Chen (2008)에 따르면 새롭게 등장한 혁신적 기술인 RFID 기술을 효과적으로 활용하기 위해서는 RFID 기술에 정통한 과학기술 전문가와 관리자가 필요하기 때문에 인력 충원에 추가적인 비용이 발생할 수밖에 없다.



〈표 2-18〉 RFID 기술의 비용편익적 비효율성 사례

문제점	연구	사례
비용 (Cost)	Becker (2004)	RFID 태그는 기존의 바코드와 비교했을 때 매우 고가임
숨겨진 비용 (Hidden Cost)	Kuo and Chen (2008)	RFID 시스템의 효과적 구동을 위해서는 전문 가 고용 등을 위한 추가적 비용이 필요함
프라이버시 보호 (Privacy)	Jensen (2008)	프라이버시 보호를 위해 passive tag보다 더 안전하다고 여겨지는 active tag는 매우 고가 임

RFID 기술이 야기할 수 있는 부정의 문제도 지적되고 있다. Armknechet et al. (2010)에 의하면 태그 복제 등 부정의 문제는 RFID 기술을 이용한 정책 수행의 전 단계에서 발생할 수 있으며, 실제로 Jules (2006)는 복제된 RFID 태그를 사용하여 신약을 바꿔 치기한 사례를 보고하였다. 또한 RFID 태그를 활용한 쓰레기 수거 정책에 있어 RFID 기술을 회피하기 위하여 가정에서 발생하는 쓰레기를 공원에서 태우거나 (Bilitewski, 2008) 일터로 가져와 투기하는 경우도 있다 (Reichenbach, 2008).

〈표 2-19〉 RFID 기술의 부정 사례

문제점	연구	사례
태그 부정 행위 (Tag Corruption)	Armknrecht et al. (2010)	RFID 태그 부정 행위는 RFID 시스템 구동의 전 과정에서 매우 손쉽게 일어날 수 있음
	Jules (2005)	미국 유명 제약회사인 Dupyu의 직원이 신약에 위조 태그를 부착시켜 빼돌린 사례가 보고됨
리더기 부정 행위 (Reader Corruption)	Lee et al. (2012)	RFID 리더기 부정행위가 광범위하게 일어날 수 있음에도 불구하고 연구자들은 이 문제에 대한 관심을 기울이지 않고 있음
속임수 (Cheating)	Reichenbach (2008)	쓰레기를 직장에 와서 투기하는 사례가 보고됨
	Bilitewski (2004)	공원 등 야외 장소에서 쓰레기를 불태우는 사례가 보고됨

RFID 기술의 도입이 불평등을 더 심화시킬 것이라는 예측도 있다. Keptrom et al. (2007)는 태국 농부들 간 RFID 기술 활용 사례를 들어 RFID 기술이 고등 교육을 받은 부자 농부들의 이익만을 더 극대화시킬 것이라고 예측한다. 또한 중국에서는 정부가 쓰레기 수거 업체들에게 고가의 RFID 태그 부착을 강요함으로써 영세 업체들의 경제적 부담이 더 늘어나기도 하였다 (Ruan and Hu, 2011). 타이완에서는 RFID 기술을 통해 축적된 정보와 데이터를 시민들에게 공개하지 않아 정부의 정보 독점력이 더 커졌다는 지적도 있다 (Chen et al., 2008).

<표 2-20> RFID 기술의 권력 분배 불평등 심화 사례

문제점	연구	사례
리터러시와 권력 분배 (Literacy And Power Distrubution )	Keptrom et al. (2007)	RFID 기술은 가난한 농부와 부자 농부 간 격차를 더욱 심화시키고 있음
	Chen et al. (2008)	소비자들은 자신들의 정보가 어디서 어떻게 사용되고 있는지에 대해 매우 제한적 정보만을 제공받음
	Hossain et al. (2009)	베트남에서 공공 교통 관리에 RFID 기술이 도입되었음에도 불구하고 교통 경찰들은 전통적 방식만을 고수함
	Ruan and Hu (2011)	건축물 폐기 업체들은 정부에 의해서 고가의 RFID 태그를 사용할 것을 강요받음

RFID 태그의 안전성을 염려하는 학자들은 리더기와 접촉하고 리더기가 중앙 정보 본부로 정보를 송수신하는 과정에서 해킹을 통하여 정보가 유출될 수 있다는 가능성을 제기하기도 한다. Hwang et al. (2009)은 해킹의 가능성을 복제 (cloning), 엿들음 (eavesdropping), 재공격 (replay attack), 데이터 도출 (forward security), 서비스 파괴 (denial of service), 태그 추적 (tag tracing), 개인 정보 데이터 축적 (individual data priavacy), 데이터 조작 (data forging) 의 여덟가지 사례를 들어 경고하였다. Naumann and Hogben (2008) 또한 RFID 태그가 스키밍 (skimming), 엿들음 (eavesdropping), 위치 추적 (location tracking)에 노출될 수 있음을 지적하였다.

<표 2-21> RFID 기술의 프라이버시 침해 사례

문제점	연구	사례
프라이버시 보호 (Privacy Issues)	Hwang et al. (2009)	Cloning, Eavesdropping, Replay attack, Denial of Service, Forward Security, Tag tracing, Individual data privacy, Data Forging
	Naumann and Hogben (2008)	Skimming, Eavesdropping, Location tracking



## 제 3장 RFID의 도입 요인 분석

### 제 1절 서론

본 연구에서는 2013년 1월 1일부터 2015년 10월 31일까지를 연구의 시간적 범위로 하여, 서울시 아파트 공동주택 단지 2081개의 RFID 개별계량 방식을 활용한 음식물 쓰레기 종량제의 도입을 좌우한 요인을 도출하고자 한다. 이를 위하여 각 아파트 단지의 RFID 개별계량 방식 도입 여부(2015년 10월 31일 기준)를 종속변수로 하는 로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis)을 실시하였다.

RFID와 같은 신기술을 실제 아파트 단지처럼 지역 단위로 생활에 도입하는 경우, 그 도입여부와 확산 과정이 개인단위에서 분석되는 경우와 지역 커뮤니티 단위에서 분석되는 경우가 매우 다를 수 있다. 그러나 대부분의 선행연구에서는 신기술의 도입과 확산을 주로 개인 차원에서 분석해왔기 때문에 지역 단위 수준의 특성이 도입에 미치는 영향을 간과하였다. 예를 들면 지역 단위의 특성이 더 강하게 작용한다면 개인의 소득이나 기타 변인이 도입에 영향을 주지 않을 수도 있다. 고소득 아파트 단지나 저소득 아파트 단지의 도입 양상이 차이 나지 않을 수도 있으며 오히려 저소득 단지에서 더 빠르게 기술이 확산될 수도 있다. 이러한 현상을 제대로 설명하기 위해서는 RFID 개별계량 방식의 도입과 확산이 개인이 아닌 아파트 단지라서 지역 커뮤니티 단위에서 이루어져야 한다.

선행연구와 가지는 본 연구의 가장 큰 차이점은 아파트 단지를 하나의 ‘커뮤니티 조직’으로 파악하고, 조직 수준에서 RFID 방

식의 도입요인을 도출하였다는 점에 있다. 최근열과 장영두(2002)가 지적하고 있는 바와 같이 현대 사회에서 아파트 단지는 가장 대표적인 커뮤니티이며, 커뮤니티는 ‘물리적 공간으로서 일정한 지역을 기반으로 공통의 목표와 가치라는 정서적 유대감을 공유하는 사회적 조직’이라 정의될 수 있다(박병훈, 2012). 이는 아파트 단지가 ‘공통의 목표를 추구하기 위하여 구성된 사람들의 집합체(Rainey, 2003)’라 정의되는 조직의 일반적 특성을 내포하고 있음을 시사한다. 이러한 배경 하에 본 연구가 가지는 필요성을 네 가지로 정리해보면 다음과 같다.

첫 번째, 아파트 단지를 분석단위로 설정함으로써 분석수준의 오류를 시정할 수 있다. 현재 정책 현장에서 RFID 개별계량 방식의 도입을 결정하는 실질적 단위는 기업과 같은 조직이다. 그러나 Zailani et al. (2015), Kim and Garrison(2010)의 연구와 같이 RFID 수용에 관련한 선행 연구들은 대부분 조직 내 개인을 분석 단위로 한 설문 조사를 통하여 도입 요인을 도출하였다. 뿐만 아니라 개인을 분석단위로 하면서도 조직 수준에서 혁신 기술이 도입이 어떻게 결정되는지를 다룬 Tornatzky and Klein(1982)의 T-O-E 이론을 분석의 틀로 활용하는 오류를 범하고 있다. 이는 선행연구들이 개인을 단위로 얻은 자료를 통하여 집단의 행태를 해석하고자 할 때 발생하는 개체적 오류(individual fallacy)에 직면해있음을 나타낸다. 본 연구에서는 아파트 단지를 분석 단위로 T-O-E 이론을 활용하여, 개체적 오류의 발생 가능성을 최소화할 것이다.

두 번째, 본 연구를 통하여 아파트 단지의 사회경제적 특성에 따른 도입 행태 변화를 분석할 수 있다. 2016년 현재 우리나라 도시 거주 비율은 90%를 상회하며 도시 거주 인구의 대부분이 아파

트에 거주한다(통계청, 2016). 이러한 추세가 계속됨에 따라 아파트 단지가 내포하는 단지의 특성은 거주자들의 사회경제적 특성과 배경을 그대로 담고 있다고 할 수 있다. 특히 아파트 가격과 평형은 경제적 수준별 주거분리를 나타내며 유사한 수준의 주민들을 묶을 수 있는 중요한 요인이다(하성규/서종균, 2000). 그러나 그 동안 아파트 단지를 커뮤니티의 관점에서 연구한 연구들은 대부분 초고층 주상복합 아파트(노이경/황연숙, 2007), 임대 아파트(강순주 외, 2013), 재개발 아파트(김광복/남진, 2005)와 같이 특정 수준의 주민들이 거주하는 아파트 단지들만을 연구하여, 주민들의 사회경제적 수준에 따른 커뮤니티 특성 및 의사결정 변화를 포괄적으로 분석하지 못하였다. 본 연구에서는 서울시 아파트 2081개를 전수 조사하여 아파트 단지의 평당 가격에 따라 단지들을 그룹화한 후, 각 그룹에 따라 주요 도입 요인이 어떻게 달라지는지를 분석하였다. 이를 통하여 아파트 단지의 사회경제적 수준이 혁신 기술의 도입에 미치는 영향을 도출하여 볼 수 있으며, 결과를 좀 더 확장하여 도입 주체인 조직의 사회경제적 특성이 도입 행태 변화에 미치는 영향을 유추하여 볼 수 있다.

세 번째, 아파트 단지를 하나의 ‘커뮤니티 조직’으로 파악하고 이를 분석 단위로 하여 연구를 진행함으로써, 조직 단위에서 이루어지는 기술 도입의 요인을 명확히 밝히고 더 나아가 적실성 있는 정책적 제언을 제시할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, RFID 도입요인을 도출하는 선행연구들은 대부분 개인을 분석 단위로 하여 연구가 수행되었다. 즉 개인이 생각하는 RFID 기술의 특성(Wang et al., 2011), 조직 규모(Whitaker et al., 2007), 시장에서의 압력(Wen et al., 2009)을 독립변수로 두고 조직의 RFID 도입여부라는



종속변수를 분석한 연구들이 대부분이다. 그러나 RFID 도입이라는 조직의 의사결정이 조직수준에서 연구되어야 한다. 그 가장 큰 이유는, 조직을 직면한 환경과의 상호작용을 통하여 스스로 판단하고 생존해나가는 하나의 ‘독립적이고 살아있는 유기체’(Morgan, 1990)라 정의할 수 있기 때문이다. 각 조직은 각자 가지고 있는 이해관계(interest)와 자원에 따라 가장 알맞은 정책을 선택하므로(Dunleavy, 1982), 조직의 의사결정은 의사 결정자나 조직 내부 개인의 시각에서 아닌 조직수준에서 연구되어야 한다. 김병섭(2013)은 정책의 실질적 수용자인 조직이 분석단위가 되지 않을 경우, 왜 정책 집행에 있어 일반적인 기대와 다른 현상이 나타나는지를 설명할 수 없다는 점을 지적한다. 이러한 배경 하에 본 연구에서는 아파트 단지가 혁신 기술을 도입하고자 하는 조직의 특성을 지니고 있다고 파악하고, 조직이 기술 자체의 특성, 조직의 특성, 환경적 특성을 모두 고려하여 기술 수용 여부를 결정한다는 T-O-E 모형에 기반하여 도입요인을 도출하였다. 이를 통하여 RFID 개별 계량 방식의 도입을 견인하는 요인을 보다 현장성 있게 도출하고 적실성 있는 정책적 제언을 제시할 수 있다.

마지막으로 본 연구를 통하여 개인 수준의 설문 분석 자료를 토대로 연구를 진행하였을 때 발생할 수 있는 방법론적 문제점들을 시정할 수 있다. Billings and Wroten(1978)가 지적하고 있는 바와 같이 설문 연구에서는 동일방법편의(common method bias)가 존재하며, 이로 인하여 상관관계가 실제보다 크게 나타나는 문제점이 발생한다. 또한 선행연구들에서는 변수의 개념적 정의만을 질문하는 방식으로 설문이 이루어져 변수의 조작적 정의가 존재하지 않았다. 본 연구에서는 아파트 단지를 분석단위로 아파트 단지 특성에

대한 하드 데이터를 수집하여 보다 엄밀한 시각에서 도입 요인을  
도출하고자 한다.

## 제 2절 배경이론의 검토

### 1. 과학기술 도입 결정 요인 이론

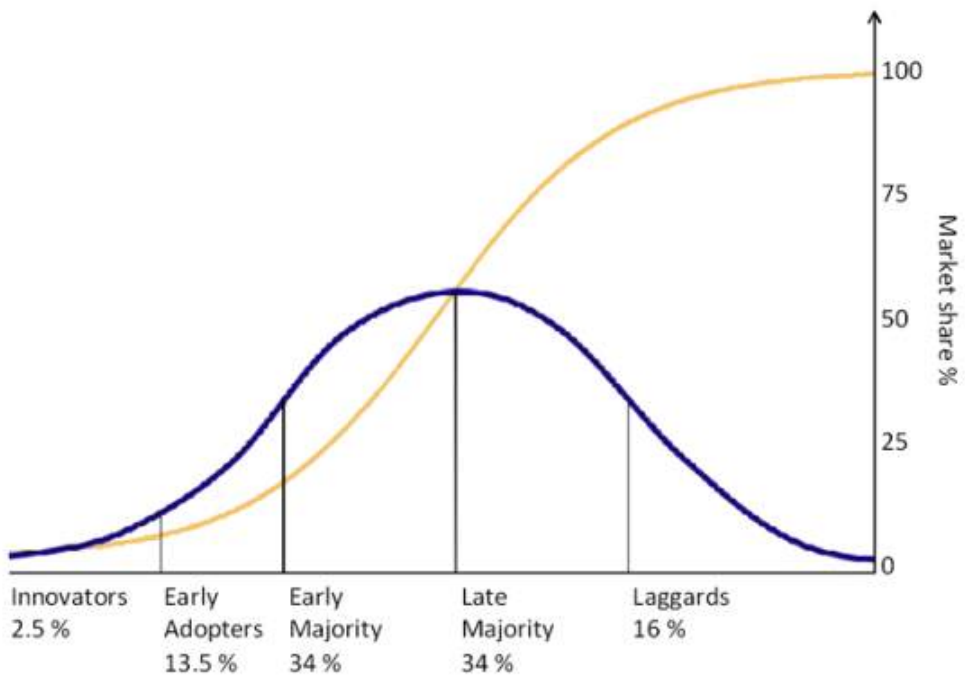
#### 1) 기술수용주기 모형

기술 도입과 확산을 결정하는 요인들에 대한 연구는 Rogers가 발표한 기술수용주기모형으로부터 시작된다. 기술 수용주기 모형은 1962년 미국의 사회학자 Rogers에 의하여 도입된 모형으로 기술수용자들의 특성을 바탕으로 이들의 종류를 분류하는 한편 시간에 따른 수용자 수 변화를 측정하여 기술 수용 패턴의 통시적 확산을 추정하고자 하는 모형이다. 확산(diffusion)은 하나의 새로운 개혁이 시간의 변화와 함께 사회 구성원들 사이에서 전파되고 커뮤니케이션되는 과정이다(Rogers, 1962). 기술 확산과 수용에 대한 Rogers의 연구는 그가 1957년 아이오와 주립대학 농촌사회학과 교수로 부임하면서부터 시작되었는데, 그는 이 곳에서 농업 개혁이 농부들 사이에서 어떻게 확산되어나가는지에 대한 연구를 수행하였다. 2차 세계대전 이후 미국에서는 식량 수확량을 늘리기 위하여 새로운 품종의 옥수수과 감자 씨앗을 개발하였다. 그러나 농부들은 신품종이 기존 품종보다 월등한 수확량이 많다는 실험적 증거에도 불구하고 정부가 추천하는 새 품종보다 기존에 재배해왔던 품종의 씨앗을 파종하였다. 이에 Rogers는 새 품종을 더 쉽게 받아들이는 농부들의 특징은 무엇인지, 또 개혁은 어떤 경로를 통하여 전파되는지에 대한 연구를 수행하고 1962년 개혁의 전파(diffusion of innovation)을 저술

하였다.

Rogers에 의하면 혁신 기술의 수용자들은 개혁신자 (innovator), 초기 채택자(early adopter), 초기 다수(early majority), 후기 다수(late majority), 그리고 비개혁신자(laggards)의 다섯가지 범주로 분류할 수 있다 (Rogers, 1962). 이들의 분포는 정규 분포의 형태를 띄며 이를 그림으로 나타내면 아래 <그림 3-1>과 같다.

<그림 3-1> 기술수용주기 모형



그림에서 볼 수 있는 바와 같이 혁신의 채택은 연속성을 지니며 시간이 흐름과 함께 개혁신자들에서부터 비개혁신자들에 이르기까지 연속적으로 전파되어간다. Rogers는 수용자들의 특성에 따라 이들이 전

체 분포에서 차지하는 정도를 수치화하여 표현하였는데 이에 따르면 혁신 기술을 처음 도입하는 혁신자들은 전체 수용자들 중 약 2.5%에 해당하며 조기 채택자는 13.5%, 초기 대다수는 34%, 후기 대다수는 34%, 그리고 마지막으로 비개혁신자들은 16%를 차지한다고 하였다. 따라서 이는 X축을 시간으로 하고 Y축을 확률로 하는 밀도 함수(density function)의 일종이라고 할 수 있다. 시간이 흐를수록 전체 기술 수용자 수는 증가하게 되는데, 이 누적 분포 함수를 가시화하면 위 <그림 3-1>의 노란 선과 같다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 시간이 흐르면 전체 수용자 수는 점차 증가하며 마지막에는 모든 사회 구성원들에게 채택되면서 수용률이 100%에 이르게 된다.

수용자들의 종류에 따른 특성을 살펴보면, 먼저 개혁신자(innovator)들은 매우 모험심이 강하며 실패의 위험을 충분히 무릅쓸 수 있을 정도의 경제적 풍요도가 높다. 즉 이들은 새로운 기술을 도입할 때, 기술을 도입함으로써 일어날 수 있는 성패와 관련없이 기술 그 자체에 대한 흥미에 기반하여 의사결정을 내린다. 사회 전체에 기술이 도입되는데 이들이 수행하는 역할은 상당히 제한적일 수 있으나, 이들은 새로운 아이디어와 기술이 유입될 수 있도록 포문을 여는 역할을 수행한다. 다음으로 조기 채택자(early adopter)들은 사회에서 매우 존경받는 위치에 있으며 인적 네트워크가 매우 풍부한 사람들이라고 할 수 있다. 이들은 이러한 네트워크를 바탕으로 하여 사회에 혁신이 전파되어나가게 만드는 역할을 수행한다. 초기 대다수와 후기 대다수는 새로운 혁신에 대한 명확한 정보가 없어 도입을 망설일 수 있는데, 이러한 상황에서 이들은 조기 채택자들로부터 기술의 특성과 도입에 대한 조언을 얻을 수 있다.

Rogers(1962)는 이들 초기 채택자들의 역할을 강조하면서 이들이 ‘개혁을 채택하고 승인 도장을 찍는 역할’을 하고 있다고 평가하였다. 초기 다수(early majority)는 개혁자들과 초기 채택자들에 비하여 기술의 실용적 가능성에 더 큰 관심을 가지고 있다(Moore, 1991). 즉 이들은 기술 자체에 대한 관심도 어느 정도는 가지고 있지만 궁극적으로는 새로운 혁신이 시도되었을 때 이것이 시장에서 성공할 수 있는지 여부에 더 관심을 기울인다. 앞서 설명한 바와 같이 이들은 주로 초기 채택자들로부터 기술 수용에 대한 조언을 얻는다. 초기 다수들이 기술을 수용하고 나면 후기 다수들이 혁신의 도입을 시작하게 되는데 이들은 사회의 과반수가 넘는 인원이 개혁을 수용한 뒤에야 혁신을 도입하는 사람들이다. 이들은 보통 주위의 압력이나 혹은 경제적 실용성에 입각하여 혁신을 도입한다. 마지막으로 비개혁자들은 사회적 네트워크로부터 거의 고립되어 주변에서 무슨 일이 일어나고 있는지 거의 알지 못한다. 따라서 이들이 개혁을 수용하기까지 걸리는 시간은 매우 길다.

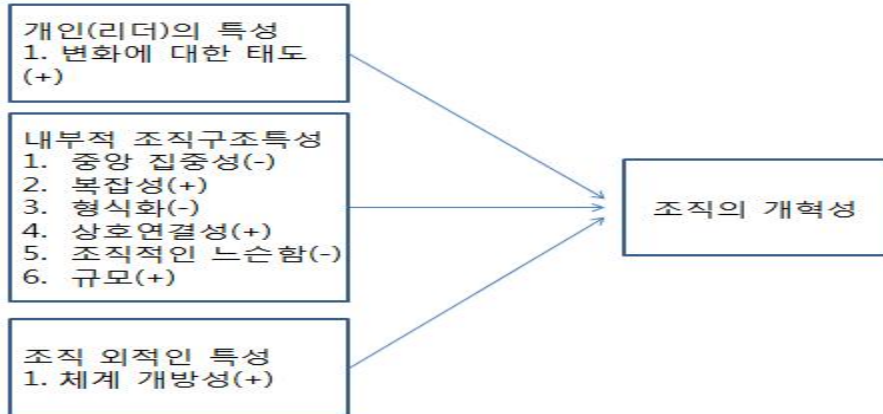
이처럼 기술 수용주기 모형에 따르면 시간이 흐름과 함께 기술의 전파와 확산 현상이 일어나게 되는데, Rogers(1962)에 의하면 기술 전파를 위하여 가장 중요한 요소는 수용 주체들 간의 커뮤니티와 네트워크이다. 기술 수용자들 간 커뮤니티와 네트워크가 기술 수용에 영향을 미친다는 것은 여러 선행연구를 통하여 입증되어 온 바 있는데, Bohen et al. (1958)의 연구에 따르면 아이오와 주 농부들에게 새롭게 사용하기 시작한 제초제에 대한 정보를 어디서 얻었느냐는 질문을 하였을 때, 대부분의 농부들이 주변 농부들에게서 정보를 얻었다고 대답하였다. 뿐만 아니라 Coleman et al. (1966)은 의사들이 테트라싸이클린이라는 신약을 도입하여 사용하는 사례를

분석하였는데, 이에 의하면 사회적으로 고립된 의사들의 채택률보다 서로 상호 연결된 의사들의 채택률이 더 높게 나타났다. Lesnick (2000)은 도미니카 공화국에서 새로운 기술을 전파하기 위하여 정부가 인위적으로 협회를 구성하고 이를 중심으로 혁신 기술을 전파한 사례를 보고한 바 있다. 즉 이들 선행연구들에 의하면 혁신 기술에 대한 정보는 소수의 몇몇 의사결정자들, 혹은 초기 채택자들을 노드(node)로 하여, 이들이 형성하고 있는 사회적 네트워크를 중심으로 확산된다.

## 2) 혁신 확산 이론(Innovation Diffusion Theory)

Rogers는 1965년 발표한 ‘혁신의 확산(Diffusion of Innovations)’의 개정본에서 기술 도입을 결정하는 요인들을 범주화하여 제시하였다. 특히 그는 기술을 받아들이는 조직의 특성을 중심으로 조직의 개혁성 정도를 측정하고자 하였다. 이를 구체적으로 살펴보면 조직의 개혁성을 결정하는 변수를 크게 조직 리더의 특성, 내부적 조직 구조의 특성, 그리고 조직 외적인 특성의 세 가지로 분류하였다. 세부적으로 살펴보면 개인(리더)의 특성에는 리더가 변화에 대하여 가지는 태도가 포함되며, 리더가 변화에 대하여 긍정적인 태도를 가질수록 조직의 개혁성은 높아진다. 다음으로 조직의 내부적 특성으로는 중앙집중성, 복잡성, 형식화, 상호연결성, 조직적 느슨함과 규모가 포함된다. 조직 외적인 특성에는 체계의 개방성 변수가 포함되었다. 이를 도식화하여 나타내면 아래 <그림 3-2>과 같다.

<그림 3-2> 혁신확산 이론에 따른 혁신 도입 요인



Rogers (1965)는 특히 이 세 가지 범주의 변수 중에서도 조직 내부 특성이 조직의 개혁성에 미치는 영향을 강조하고 있다. 세부적으로 살펴보면 먼저 중앙집중성은 권력과 의사결정권이 조직의 소수에 집중되어있는지 여부를 나타낸다. 중앙집중적 조직의 리더는 보통 현장에서 발생하는 문제점들을 파악하기 어려우며 따라서 이러한 문제들을 용이하게 해결할 수 있는 혁신 기술을 채택하기도 매우 어렵다. 복잡성(complexity)은 조직 구성원이 보유한 지식 및 전문성의 정도를 나타내는 변수로, 조직 구성원들의 전문성이 높을수록 조직의 개혁성이 높아진다고 할 수 있다. 다음으로 형식화(formalization)는 조직 내부에서 절차와 규범이 어느 정도 중요한지를 나타내는 변수로 일종의 관료성을 나타내는 변수라고 보기도 한다. 공식성이 강할수록 새로운 개혁이 채택되는 기회가 무산되기 쉽다. 다음으로 상호연결성(interconnectedness)은 조직의 기본 단위가 대인적 네트워크로 연결되어있는 정도를 의미한다. 기본 단위가 촘



충하게 연결되어있을수록 혁신의 전파가 용이할 것이라고 예상하여 볼 수 있다. 다음으로 조직적 느슨함(organizational slack)은 조직이 얼마나 가용자원을 많이 확보할 수 있는지에 대한 변수로 규모가 큰 조직일수록 가용자원을 확보하는 것이 용이하기 때문에 조직의 규모와 상당히 관련되어있다고 볼 수 있다.

그러나 Rogers의 이러한 모형은 지나치게 조직 내적 요인에 치우쳐져있다는 비판과 도입되는 기술 자체의 성격에 대한 고려가 없다는 비판에 직면하였다. 즉 Rogers가 그의 초기 연구에서 강조했던 것은 혁신 기술의 도입을 좌우하는 것은 조직 자체의 특성과 잘 부합하는 정도라는 것이다. 이에 대하여 특히 Moore(1991)는 Rogers의 모형이 새로운 농작물의 도입과 같이 도입 비용과 새로운 기술을 도입했을 때 감수해야 하는 위험이 낮은 혁신의 경우에만 적용할 수 있다고 비판하였다. 즉 IT 혁신기술과 같이 도입 비용이 크고, 조직에 기술을 도입하였을 때 조직이 감수해야 하는 위험이 큰 기술의 경우에는 도입 요인을 정확하게 도출하는 데 부적합하다는 것이다. 이러한 비판 하에 Davis(1986)는 혁신 기술 도입에 가장 크게 영향을 미치는 요인은 기술 자체의 특성이라고 가정하고 기술 수용 모형(TAM; Technology Acceptance Model)을 주창하였다. 기술 수용 모형의 등장 이후 Rogers 또한 ‘개혁의 확산’ 기술수용모형을 받아들여 보다 발전되고 정리된 형태의 혁신 모형을 발표하였다(Bradford and Florin, 2003). 현재 O’Leary (2000)와 Davenport(2013)같은 후대 학자들은 혁신 기술의 도입을 좌우하는 요인으로 조직적 요인(organizational factor)뿐만 아니라 기술적 요소(technological factor)을 함께 고려하고 있다. 기술수용모형에 대하여 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

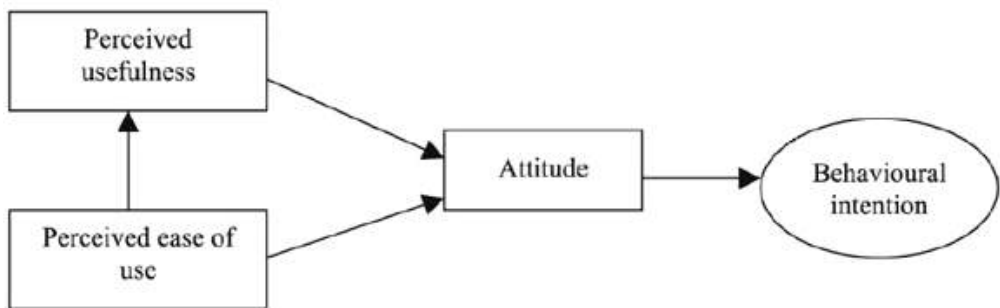
### 3) 기술수용모형(Technology Acceptance Model)

앞서 살펴본 바와 같이 Rogers의 혁신 확산 이론(Innovation Diffusion Theory)은 새로운 기술의 수용 및 확산 형태를 설명하기 위하여 개발된 이론이다. 하지만 Rogers(1983)는 1983년 발표된 연구에서 기술의 확산에 영향을 미치는 요소로 기술 수용자들 간 존재하는 네트워크와 언론의 영향을 중점적으로 살펴보았으며 혁신 기술 확산을 결정하는 구체적 요인들에 대한 논의는 거의 다루지 않고 있다. 이를 보완하기 위하여 Davis는 1986년 기술수용모형(Technology Acceptance Model; TAM)을 발표하였다. Davis의 모형이 Rogers의 모형과 가장 크게 다른 점은 Davis의 기술수용모형은 기술 수용자들이 합리적 선택을 하는 합리적 주체임을 전제하고 기술의 유용성과 용이성이 수용자들의 의사결정에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다는 점이다. 즉 TAM은 합리적 행동이론인 TRA(Theory of Reasoned Action)를 근간으로 하고 이를 확장하여 만든 이론이다(Kim and Lee, 2009). 기술수용모형(TAM)은 현재 정보기술수용에서 그 타당성을 가장 높게 인정받은 이론이며(김상현, 2009) 가장 많이 사용되는 이론으로 평가되고 있다(Nah et al., 2009).

기술수용모형을 간단히 도식화하여 나타내면 아래 <그림 3-3>과 같다. 그림에서 보여지고 있는 바와 같이 기술수용모형에서 혁신 기술의 수용과 도입을 결정하는 중요 요인은 지각된 유용성(perceived usefulness)과 지각된 용이성(perceived ease of use)의 두 가지이다. 지각된 유용성과 지각된 용이성은 기술 수용자들의 태도를 결정하게 되며 이 태도는 다시 기술 수용의 의도와 실제 사용

으로까지 이어진다. 보다 자세히 살펴보면 지각된 유용성은 혁신 기술을 사용하였을 때 작업 성과가 증진될 것이라는 믿음이라 할 수 있으며(김상현, 2009) 지각된 용이성은 혁신 기술의 사용이 얼마나 용이한지 정도를 나타내는 변수이다.

<그림 3-3 > 기술수용모형



출처: Pantano and Di Pietro (2012)

기술수용모형을 활용하여 혁신 기술 도입에 영향을 미치는 변수를 도출하고자 한 연구들은 다수 존재한다. Hossain (2008)은 기술수용모형을 활용하여 인지된 용이성, 인지된 문화의 영향성, 인지된 개인프라이버시의 중요성, 그리고 인지된 규칙에 대한 영향성 등이 수용자들의 RFID 이용에 영향을 준다는 사실을 밝혔다. 또한 Taylor and Todd(1995)는 혁신 기술 시스템을 사용해본 경험이 있는 집단과 경험이 없는 집단을 나누어 설문을 진행하여 기술수용모형은 혁신 기술 사용 여부와 상관없이 어느 집단에나 유효하게 적용할 수 있음을 밝혔다.

그러나 TAM 모형에 대한 비판 또한 존재한다. 김상현 (2008)은 기술수용모형을 활용한 대부분의 연구들이 새로운 변수를 추가하기보다는 Davis 가 제시한 기존의 모형을 재검증하는데 그치고 있다는 점을 지적하고 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 기술수용모형은 혁신 기술 도입에 대한 기술의 용이성과 유용성 두 변수의 영향력을 검증하고자 한다. 기술의 용이성과 유용성 변수는 기술 그 자체의 성격에 대한 것으로 TAM 모형에는 Rogers가 중시하였던 조직 관련 변수나 기타 환경 및 정책에 관련한 변수들이 고려되어 있지 않으며 TAM 모형을 개발한 Davis 또한 추후 연구에서 정보 기술의 확산을 면밀히 연구하기 위해서는 여러 가지 시각을 가지고 다양한 요인들을 동시에 고려해야 함을 강조한 바 있다(Davis, 1993). 이와 같이 전통적인 형태의 TAM 모형은 현대의 기술수용 사례에 적용하기 힘들다는 비판이 있다(Xinping et al., 2005). 즉 기존의 TAM 모형은 새로운 기술의 수용에 영향을 미치는 다양한 외적 요소들을 고려하지 못하고 있다는 비판에 직면하였으며 이러한 한계를 극복하기 위하여 TAM2 모형과 같은 다양한 노력들이 시도되었다(Venkatesh and Davis, 2000).

또한 Nah et al. (2004)에 의하면 기술수용모형은 상대적으로 사용하기 쉬운 기술에 대해서만 검증을 해왔으며 기술 수용의 의무적이 아니라 자발적인 환경에서만 검증되어왔다. 즉 이는 기술 수용 모형이 주로 시장 원리 하에서 자유롭게 행동하는 경제주체로서의 조직이 기술 도입에 어떠한 요인들을 고려하는지를 우선적으로 나타낸 모형이라는 것이다. 그러나 김상현(2008)이 지적하고 있는 바와 같이 우리나라에서 RFID 기술의 수용은 자발적이기 보다는 어쩔 수 없이 반강제적으로 수용해야 하는 경우가 많다. 따라서 이

러한 점을 충분히 반영할 수 있는 형태로 모형을 추가하고 개선해야 할 필요가 있다.

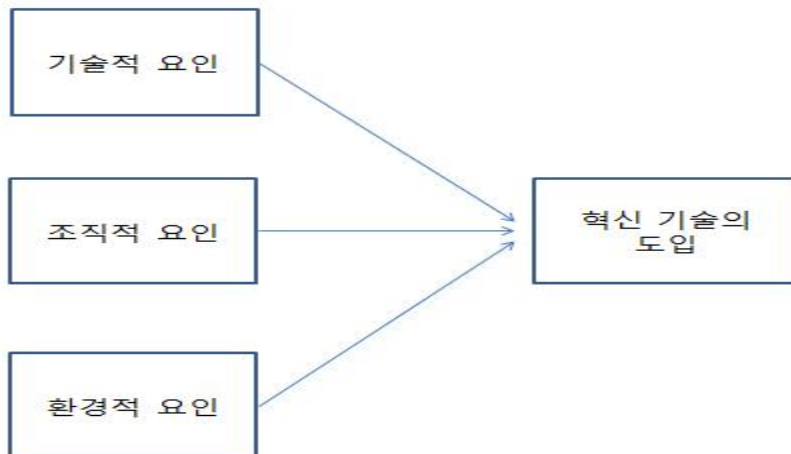
#### 4) 조직-기술-환경모형 (TOE model)

##### (1) TOE 모형의 개요

Tornatzky and Fleishcer가 1990년 발표한 기술-조직-환경 모형(Technology-Organization-Environment model)은 Rogers의 기술확산모형(Diffusion of Innovation model)과 더불어 혁신 기술의 도입을 설명하는 가장 강력한 모형 중에 하나이다(Chong and Ooi, 2008). 조직-기술-환경 모형은 조직 내부 요인들의 영향력을 검증하고자 하였던 Rogers 모형과 혁신 기술 자체의 특성이 기술 도입에 어떠한 영향을 미치는지를 파악하고자 하였던 Davis의 기술도입모형(Technology Acceptance Model)에서 더 나아가 기술을 도입하는 조직들이 직면한 외부 환경의 영향력을 추가적으로 파악하고자 하였다 (Chong and Chan, 2012). 기술-조직-환경 모형은 기술적 요인, 조직적 요인, 환경적 요인이 모두 동시에 혁신 기술 도입에 영향을 미친다는 가정 하에 이들의 영향력을 동시에 측정하고자 하는 모형이다. 기술적 요인은 Davis (1983)의 기술도입모형(TAM)을 바탕으로 하여 도입하려는 기술 자체의 특성이 기술 도입에 미치는 영향에 대한 변수들을 포함하고자 하였다. 조직적 요인은 Rogers(1983)가 주창한 혁신확산이론(Diffusion of Innovation)을 중심으로 하고 있으며 조직 특성에 대한 요소들이 포함되어있다. 앞서 살펴본 바와 같이 Rogers(1983)는 혁신 기술 확산을 설명하기 위하

여 조직 내부 관계자들 사이에 존재하는 네트워크와 조직 구조, 의사결정 구조와 같은 변수들에 집중하였다. 그러나 혁신확산이론과 기술수용모형의 가장 큰 단점은 기술을 도입하고자 하는 조직이 직면한 외부 환경에 대한 고려가 포함되어있지 않다는 점이다(Lee and Cheung, 2004). 하나의 거대한 제도 속에서 작동하는 조직들은 혁신 기술의 확산을 조직 내부 사정에만 기초하여 결정할 수 없다. 즉 이들 조직들은 자신을 둘러싸고 있는 외부 경쟁자와 법/제도의 영향력을 끊임없이 고려해야 하는 제도 속의 주체이다(Tsai et al., 2013). 따라서 기술 도입 시 조직이 고려해야하는 제도의 영향력과 동형화(isomorphism)의 영향력에 대한 고찰이 필요하다(Wen et al., 2009). 이러한 의미에서 환경적 요인을 추가하는 것은 Rogers의 혁신확산이론과 Davis의 기술도입모형을 통합하고 발전시키려는 시도였다고 할 수 있을 것이다

〈그림 3-4〉 T-O-E 모형



기술, 조직, 환경 요인에 대하여 간략하게 살펴보면 먼저 기술 요인은 기술을 도입하고자 하는 조직에 기술이 적합한지를 나타내며, 조직 요인은 기술 도입에 영향을 미치는 조직 크기(size), 구조(structure), 그리고 범위(scope)와 같은 조직 특성을 나타낸다(Chong and Chan, 2012). 마지막으로 환경 요인은 조직이 활동하는 외부 사업 환경의 특징을 나타내는데, 여기에는 주로 외부 경쟁자나 시장의 압력(external pressure)이 포함된다(Chong et al., 2010). 이어지는 부분에서는 기술, 조직, 환경 요인에 포함되는 세부 요인들을 자세히 살펴볼 것이다. 각 요인에 포함되는 세부 요인들은 학자들에 따라 조금씩 다르지만 공통적으로 포함되고 있는 요인들을 추려 정리하였다.

〈그림 3-5〉 T-O-E 모형의 세부 요인



## (2) 기술적 요인

기술적 요인의 세부 요인으로 먼저 기술을 도입하는데 드는 비용(cost)를 고려할 수 있다. 비용은 혁신 기술을 도입하는 데 필요

한 모든 비용을 뜻하며 여기에는 기계 및 장비의 구입을 위한 비용 뿐만 아니라 시스템 작동을 위한 트레이닝과 교육 비용까지 포함될 수 있다(Konsynski and Smith, 2003). 이처럼 혁신 기술은 도입하고 상용화하기 위하여 물적 인프라 뿐 아니라 인적 인프라를 모두 갖추어야 하며, 때로는 기존에 존재하고 있던 시스템 자체를 바꾸어야 하기도 한다. 따라서 기술 도입 비용이 큰 경우 이는 조직 경영의 큰 부담으로 작용할 수 있으며(Lai et al., 2014), 도입 비용이 높을수록 기술 도입이 지연되거나 거부되는 경우가 많다(Teo et al., 2009). 그러나 최근 진행된 연구들을 통하여 기술의 발전과 함께 보다 저렴한 가격에 혁신 기술을 도입할 수 있는 기회가 많아졌을 뿐만 아니라 (Mehrjerdi, 2010), 조직들이 단기적 비용보다는 혁신 기술의 도입이 가져다 줄 장기적 이익을 더 많이 고려하게 되면서 도입 비용의 중요성이 감소하였다는 연구 결과가 발표되기도 하였다.

다음으로 기술의 양립성(compatibility)를 들 수 있다. 기술의 양립성은 새롭게 도입되는 혁신 기술이 기존에 사용하고 있는 시스템과 얼마나 부합하는지 여부를 나타내는 것으로 하드웨어와 소프트웨어적 양립성 모두를 포함하는 개념이다 (Schultz and Slevin, 1975). 기존 시스템과의 부합성 및 양립성이 높을수록 혁신 기술 도입이 더 용이하고 신속하게 이루어질 뿐만 아니라 조직의 생산성도 높아질 수 있다(Tomazky and Klein, 1982). 더 나아가 소비자들의 만족도도 증가한다(Delone and McLean, 1992). 기술의 양립성의 의미는 연구자에 따라 보다 구체적 형태로 사용되기도 한다. Brown and Russell (2007)은 양립성(compatibility)를 ‘혁신 기술이 조직의 사업 방식(business process)과 부합하는지 여부’로 정의하였으며, ‘기술이 조직의 기존 전략, 인프라, 니즈에 적합한지 여부’로



정의하는 학자들도 있다(Beck and Lee, 2001; Teo et al., 2004). 또한 Lai et al. (2014)는 여기서 더 나아가 양립성을 ‘조직이 기존에 가지고 있었던 가치 및 경험과 부합하는지 여부’로 정의하면서 혁신 기술이 조직이 가지고 있었던 목적과 비전에 얼마나 일치하는지에 대한 변수를 강조하고자 하였다. 김상현(2008)은 RFID 기술 수용의도에 미치는 영향을 탐색한 연구에서 기술적 요인의 세부변수로 ‘시스템 통합 여부’와 ‘표준화 여부’ 두 가지 변수를 사용하였다. 이는 혁신 기술의 양립성을 탐색하려 한 시도였다고 볼 수 있다.

기술의 지각된 복잡성(perceived complexity) 또한 기술적 요인 중 하나이다. 지각된 복잡성은 사용자들이 기술을 사용하기가 얼마나 어렵고 난해한지에 대한 변수이다(Rogers, 1983). 만약 조직 구성원들이 새로운 혁신 기술이 받아들이기 어렵고 난해하다고 판단하면 이들은 기술 도입 결정을 지연하게 된다. 기본적으로 지각된 복잡성은 기술 그 자체가 가진 복잡성과 난해함에서 비롯되지만 때때로 조직 구성원들의 전문적 지식이나 기술 부족으로 인하여 기술이 복잡하다고 인식하게 되는 경우도 발생할 수 있다(Rogers, 1983). 기술의 지각된 복잡성이 높아지면 소비자들의 만족도 또한 감소할 수 있다(Bradford and Florin, 2003).

기술의 인지된 유용성(perceived usefulness)도 기술적 요인의 한 세부 요인으로 꼽히는 요소이다. 인지된 용이성은 ‘혁신 기술이 기존 기술을 대체할 수 있을 정도의 효익을 전달해주는지 여부’에 대한 것으로(이미숙, 2008), 조직 구성원들이 혁신 기술을 유용하다고 생각할수록 기술을 도입할 확률이 높다 (Zailani et al., 2015).

마지막으로 인지된 위험(perceived risk) 요인이 있다. 이는 혁신 기술 도입 시 감수해야하는 비용과 위험의 정도에 대한 변수

로, 앞서 설명한 기술의 양립성, 복잡성, 유용성 등과 모두 관련되는 변수라고 할 수 있다. Ranganathan and Jha (2005)에 의하면 인지된 위험과 비용의 정도가 클수록 혁신 기술의 도입은 지연된다. 인지된 위험 요인은 주로 기술 사용자들의 프라이버시 문제와 관련하여 많이 논의되는데, 이는 현대 사회에서 새롭게 시도되는 혁신 기술들이 주로 무선 통신에 기반한 모바일 기기를 사용하는 경우가 많기 때문이다 (Chong and Chan, 2012). 따라서 이는 해커들에게 이용자들의 개인정보가 더 쉽게 노출되는 가능성이 있음을 의미하며 이러한 위험성이 더 많이 인지될수록 기술의 도입은 지연될 수밖에 없다 (Wei et al., 2009).

### (3) 조직적 요인

Patterson et al. (2003)과 Wen et al. (2009)에 따르면 조직의 규모는 기술의 도입을 결정하는 중요한 요소이다. 이들에 따르면 일반적으로 큰 규모의 조직일수록 기술의 유용성과 가능성을 파악할 수 있는 능력을 지니고 있기 때문이다. 뿐만 아니라 Gover and Goslar (1993)에 따르면 대형 규모의 조직은 기술을 도입하고 활용하는 데 필요한 물적/인적 자원을 충분히 가지고 있다. Chang et al. (2007) 또한 병원에서 혁신 기술 도입이 어떻게 이루어지는지에 대한 사례를 연구하면서, 큰 규모의 병원들이 더 많은 자원과 예산, 그리고 더 풍부한 IT 인프라를 가지고 있을 뿐만 아니라 기술 도입이 가져올 수 있는 부정적 결과를 감수할 수 있는 능력이 더 크기 때문에 작은 규모의 병원에 비하여 더 적극적으로 혁신 기술을 수

용하는 경향이 있음을 밝히고 있다. 따라서 조직의 규모가 클수록 기술 도입이 원활하게 이루어질 것이라고 예상하여 볼 수 있다.

Iacovou et al. (1995)은 조직의 준비성(readiness)이 기술 도입에 미치는 긍정적 영향에 대하여 강조하고 있다. 조직의 준비성은 크게 재정적 준비성(financial readiness)와 기술적 준비성(technological readiness)이 있다. 먼저 재정적 준비성은 조직이 기술 도입과 활용에 필요한 재정 자원을 어느 정도 가지고 있는냐에 대한 것이다. Lai et al. (2014)은 타이완 공공 병원에서 RFID를 도입한 사례를 연구하여 조직의 재정적 준비성이 적절한 수준에 이르지 못하면 RFID 도입이 지연된다는 실증 결과를 도출한 바 있다. Cragg and King (1993)에 의하면 조직의 재정이 풍부하지 않을 경우 혁신 기술에 대한 정보를 얻기 힘들기 때문에 기술 자체에 대한 접근이 용이하지 않을 수 있다. 재정적 준비성의 중요성은 이 외에도 Krasnova et al. (2008)과 같은 많은 선행 연구들을 통하여 입증된 바 있다.

기술적 준비성은 이전에 IT 기술을 이용해본 경험이 있는지 여부에 대한 것이다 (Lai et al., 2014). 조직이 축적해온 기술적 노하우가 풍부할수록 혁신 기술의 도입은 원활하게 이루어지며(Fazel et al., 2011), 기술을 다루고 관리할 수 있는 능력도 증가한다 (Michahelles, 2009). 기술, 특히 정보통신 기술에 대한 노하우와 경험이 부족할 경우 조직 구성원들은 새롭게 도입되는 기술이 지나치게 복잡해서 사용하기 어렵다는 느낌을 받을 수 있다(Premakumar and Roberts, 1999). 뿐만 아니라 Lee and Shim (2007)에 의하면 기술 경험이 풍부한 조직일수록 더 공격적으로 혁신 기술을 도입하려는 경향이 있다.

조직 내부 준비성(inter organizational readiness) 또한 중요한 조직적 요인의 중요한 변수로 꼽힌다. Asif and Mandviwalla(2005)는 혁신 기술 도입에 있어 조직 내부 준비성이 가지는 중요성을 강조한 바 있다. 혁신 기술을 도입하기 위하여 조직은 내부적으로도 몇 가지 준비들이 충분히 되어 있어야 하는데, 가장 먼저 문화적으로 혁신 기술에 대한 긍정적인 공감대와 의지가 존재해야 한다(Kinsella, 2003). 이러한 합의가 존재하지 않음에도 불구하고 최고 관리자를 비롯한 경영층이 기술 도입을 강요한다면 조직 구성원들의 강한 반발에 부딪칠 수밖에 없을 것이다(Seymour et al., 2007).

마지막으로 최고 관리자(top manager)의 적극적 지원도 기술 도입을 위한 중요한 요인으로 꼽힐 수 있다. ‘최고 관리자의 지원’ 변수는 주로 조직의 의사결정을 담당하는 의사 결정자들이 혁신 기술을 받아들일 의지가 있는지 여부를 나타낸다. 앞서 설명했던 바와 같이 Rogers가 혁신의 전파를 연구하기 시작하였던 1950~60년대에 비하여 현대 사회는 기술 혁신이 수반하는 비용 부담과 실패의 위험이 점점 증가하고 있다. 따라서 새로운 작업 방식을 도입하고 혁신을 받아들이는 것은 최고 경영층의 의지와 지지가 없으면 불가능하다(Krasnova et al., 2008). 최고 경영층의 지원이 혁신의 도입을 촉진한다는 것은 여러 연구를 통하여 실증된 바 있으며(Lian et al., 2013), 기술을 실제로 사용하는 수용자들의 저항을 감소시킬 수 있다는 보고도 있다(Markus, 1983).

#### (4) 환경적 요인

Bradford and Florin(2003)는 시장으로부터의 압력(market pressure)은 기술 도입을 결정하는 중요한 요인들 중 하나라고 강조하였다. Poston and Grabski (2001)가 강조하고 있는 바와 같이 하나의 기업이 혁신 기술을 도입하기 시작하면 유사 직종에 있는 다른 기업들도 혁신을 도입하게 되는 경향이 있는데, 이는 혁신을 도입하지 않을 경우 경쟁자들보다 뒤처질 것을 염려하기 때문이다. 따라서 시장에 존재하는 경쟁자들이 혁신 기술을 많이 도입할수록 조직이 혁신을 추구할 가능성은 더 높다. Fitzek (2003)과 Jones et al. (2005), 그리고 Brown and Russell (2007)은 시장으로부터의 압력이 기술 도입을 촉진한다는 실증적 결론을 도출한 바 있다. 시장으로부터의 압력을 Chong and Chan (2012)는 ‘시장 트렌드에 대한 기대(expectation of market trends)’라고 표현하기도 한다. 만약 혁신 기술을 도입하는 것이 불가항력적인 시장의 경향이라면 조직은 혁신 기술을 도입하지 않을 경우 미래의 어느 순간에 경쟁자들보다 성과가 뒤처질 것이라고 예상할 것이므로, 보다 빨리 혁신을 받아들일 가능성이 높을 것이다(Chong and Ooi, 2008). 그러나 Zhu et al. (2006)은 시장의 경쟁자들의 존재가 기술 도입을 촉진한다는 것을 실증한 연구를 통하여 경쟁자와 시장의 압력이 기술 도입에 영향을 미치는 현상은 혁신 기술 도입 초기라는 한정적인 시간에 한해서 일어나는 현상이라고 분석하였다. 즉 이들에 따르면 혁신 기술이 시장에 도입되기 시작하면 초기에 시장을 주도하고 싶어하는 기업들은 앞다투어 혁신을 받아들이기 시작하지만 시간이 흐르고 시장을 주도하는 기업들이 고정되기 시작하면 이러한 현상이 점차 감소한

다는 것이다.

외부 주체들의 영향력을 ‘경쟁’이나 ‘압력’보다 제도화의 관점에서 설명하고 있는 연구들도 있다. Tsai et al. (2013)은 Rogers의 혁신전파이론과 같은 기존의 연구들이 제도 속에서 행동하는 주체으로서의 기술 수용자들의 특성을 잘 반영하지 못하고 있다는 점을 비판하고 기술 수용 요인을 밝히는 모형에 제도주의적 관점을 보다 많이 추가하여야 한다는 점을 강조하였다. 이러한 관점에서 Tsai et al. (2013)은 Wen et al. (2009)은 환경적 요인을 강압(coercive), 모방(mimesis), 규범(norms)의 세 가지로 세분화하여 각각의 영향력을 실증하는 연구를 진행하였다. Wen et al. (2009)은 또한 추후 연구들은 동형화(isomorphism)과 같은 관점에서 수용 주체들의 행위를 분석해볼 필요가 있음을 강조하였다.

## (5) 정부의 영향력

혁신 기술을 도입을 연구한 초기 학자들은 정부의 영향력을 배제하였으나 아시아 국가들의 기술 도입 사례를 연구하는 몇몇 학자들은 정부의 영향력을 기술 도입을 좌우하는 중요한 변수로 포함하기도 한다. 아시아 국가들의 경우 시장이 기업들의 행태를 견인하는 서구 국가들과 달리 국가가 기업들의 행태를 앞장서서 변화시키는 경우가 많은데, 이는 단 시간에 성장해야하는 개발도상국의 경우 국가 주도형 개발 방식이 더 효율적이라고 판단하기 때문이다 (Johnson, 1987). 따라서 정부의 지원과 지지가 있을 경우 기술 도입이 더 용이할 것이라는 예상이 가능하다. 김상현(2010)은 정부의 제도에 대한 신뢰가 높을수록 기술 도입이 더 원활하게 이루어진다는

결론을 내린 바 있으며, Zailani et al. (2015)과 Lin and Ho (2009) 또한 각각 말레이시아와 중국의 사례를 연구한 후 정부의 정책적 지원이 기술 도입에 유의미한 영향을 미친다는 결과를 도출하였다.

## 2. 혁신의 전파

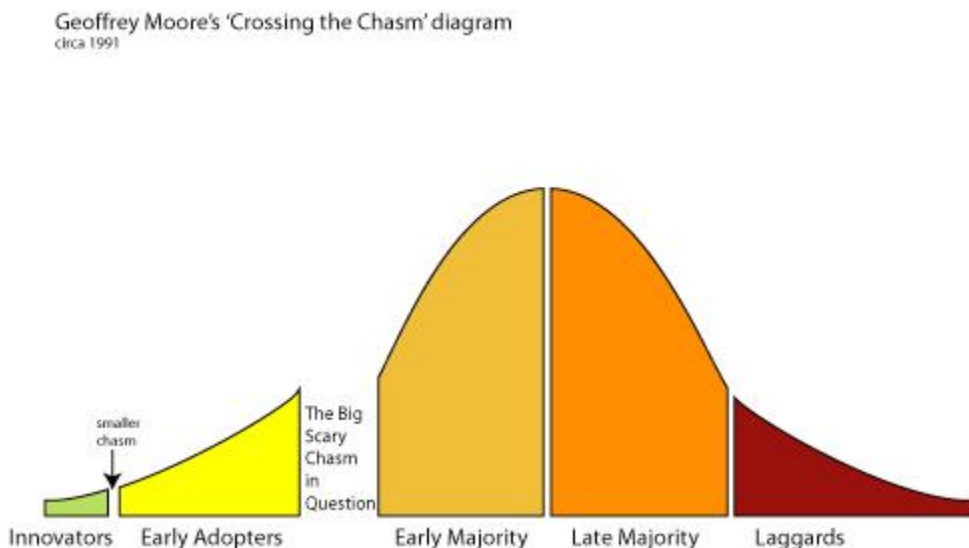
### 1) 캐즘 모형(Chasm model)

Moore(1991)는 Rogers의 기술수용주기모형이 가지는 연속성의 개념을 비판하면서 Chasm 모형을 창시하였다. 앞서 살펴본 바와 같이 기술수용주기모형에서 기술의 수용과 도입은 시간의 흐름에 따라 개척자에서부터 비개척자까지 연속적으로 이루어지며 기술의 전파와 도입이 수용자들 사이에 존재하는 사회적 네트워크를 통하여 이루어진다는 점에서도 Rogers와 그 맥락이 상통한다.

그러나 Moore(1991)는 기술 수용이 연속적으로 일어난다는 Rogers의 논의를 반박하고 기술의 수용은 비연속적으로 일어난다는 점을 밝혔다. 이에 따르면 기술의 수용은 여전히 개척자에서부터 초기 수용자, 초기 다수, 후기 다수, 그리고 비개척자의 순서로 이루어지지만 초기 다수와 후기 다수의 사이에는 큰 균열이 존재하며 이는 기술을 초기에 도입하는 개척자와 초기수용자와 후기에 도입하는 초기 다수, 후기 다수 및 비개척자들 사이의 특성 차이에서 비롯된다. 먼저 기술을 초기에 도입하는 수용자들의 경우 기술 자체에 대한 흥미가 매우 높으며 새로운 혁신 기술을 기꺼이 배우고 익숙해지고자 하는 의지가 있다. 즉 이들은 기술에 대한 순수한 선호를

가지고 있다. 반면 초기 다수와 후기 다수, 그리고 비개혁자들은 기술을 기호의 대상이라기보다는 실용주의적 관점을 통하여 접근하고자 한다. 즉 이들은 현재의 업무에서 생산성을 향상시켜줄 수 있는 기술을 도입하고자 하며 점진적인 개선을 원한다. Moore(1991)의 표현에 따르면 이들은 기존의 방식을 개선 강화해주고 생산성을 향상시켜줄 혁신을 원하며 완전히 새로운 형태의 기술을 원하지 않는다. 이러한 점으로 인하여 초기 다수와 후기 다수, 그리고 비개혁자들은 시장에 진입한 혁신 기술을 바로 도입하지 않고 개혁가들과 초기 수용자들이 활용하여 그 효과성을 입증하기까지 기다리게 된다. 따라서 초기 수용자들과 초기 다수의 사이에는 큰 캐즘(chasm)이 존재하게 되며, 이 기간 동안 기술의 도입과 전파는 한 동안 일어나지 않는다 (Moore, 1991).

<그림 3-6> 캐즘 모형





앞서 설명한 바와 같이 Rogers와 Moore의 논의가 가지는 가장 큰 차이점은 초기 수용자와 초기 다수 사이에 큰 균열(Chasm)이 존재하며 따라서 혁신의 전파는 비연속적으로 이루어진다는 것이다. 이러한 차이점은 Rogers와 Moore가 연구 대상으로 삼은 기술의 상이한 특징에서부터 비롯된다고 보아진다. 먼저 Rogers가 기술 수용주기 모형을 개발하기 위하여 연구하였던 혁신은 아이오와 주 정부에서 농부들에게 전파하고자 한 새로운 옥수수 품종이었다. 즉 이 혁신의 경우 도입의 비용과 성패의 불확실성이 상당히 낮다(Meade and Rabelo, 2004). 따라서 기술의 네트워크를 중심으로 하여 연속적으로 이루어질 수 있다. 반면 Moore의 연구의 경우 실리콘 벨리에 입주한 정보통신 기업들을 대상으로 하여 PC, 소프트웨어, PDA 등 정보통신 기술을 연구하였다. 이러한 기술들은 Rogers가 연구한 농업기술에 비하여 도입비용과 불확실성이 상대적으로 높다. 따라서 실용주의적 관점을 가지고 혁신 기술에 접근하는 수용자들은 과거에 비하여 신중한 의사결정을 내릴 수밖에 없다. 이러한 점에서 캐즘(chasm) 현상이 발생하는 것이라고 추측하여 볼 수 있다.

## 2) Technology Hype 모형

Gartner(1995)는 시간의 흐름에 따른 혁신 기술의 발전과 기술에 대한 사회의 기대의 변화를 나타내는 기술 하이프 모형(technology hype model)을 발표하였다. Gartner의 이 모형은 기술 현장에서 이미 널리 사용되고 있고 그 설명력을 인정받고 있으나

(전승표 외, 2013) 아직까지 학술적 의미에서의 엄밀한 검증과 실증이 부족한 상황이다. 아래 <그림 3-7>은 기술 하이프 사이클의 개략적인 형태를 나타내어주고 있다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 그래프에서 X축은 시간의 흐름을 나타내고 있으며, Y축은 새롭게 등장한 신기술에 대한 사회와 언론의 기대를 나타낸다. 이처럼 기술 하이프 사이클 모형에서 Y축은 대부분 사회와 언론의 기대를 나타내지만 (Fenn, 2007), 연구자들에 따라 혁신 기술에 대한 전문가들의 관심 정도(O’Leary, 2013), 기술의 발전 정도(Meade and Rabelo, 2004)나 기술 도입 시 감수해야 하는 위험과 비용(Gartner, 2003)으로 해석하기도 한다. 하이프 사이클의 가장 큰 목적은 기술 발전의 초기 성과만을 보고 선불리 투자 결정을 하지 않게 하는 데 있다 (Fenn, 2003). 즉 혁신 기술이 시장에 진입하여 처음 선보이는 결과가 나쁘다고 해서 투자를 포기하거나, 혹은 결과가 좋다고 해서 투자를 선불리 결정하는 경우를 막기 위해서라는 것이다.

<그림 3-7> 기술 하이프 모형

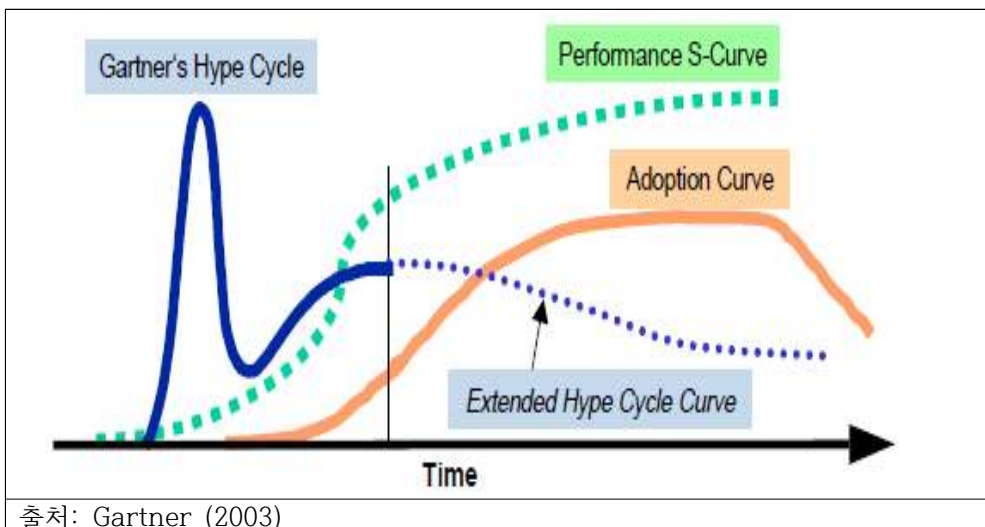


하이프 사이클은 모두 다섯가지의 단계로 분류할 수 있다. 첫 번째 단계는 기술 자극(technology trigger) 단계로, 기술에 대한 정보를 풍부하게 가지고 있는 전문가(expert)들이 기술에 대하여 관심을 가지고 그 가능성을 탐색하기 시작하는 시기이다 (O'Leary, 2016). 즉 이 시기에는 전문 연구자들이 기술의 어떤 점이 장점 혹은 단점인지에 대한 가능성을 탐색하게 되지만(O'Leary, 1988), 기업가들에게 기술 도입 시 발생하는 장점에 대한 설명이나 증거를 제시하여주지는 못한다. 다음으로 '부풀려진 기대의 정점(peak of inflated expectations)'가 시작되는데 이 시기에도 역시 혁신 기술에 대한 정보는 매우 제한적으로 존재하여 기술을 어떻게 어디에 적용해야하는지에 대한 구체적인 정보는 거의 없거나 혹은 매우 극소수의 수용 주체들만이 알고 있다(Sviokla and Keil, 1988). 환상의 파곡(trough disillusionment) 시기에는 기술에 대한 비판적인 시각들이 등장하며 실패에 대한 사례와 정보들이 많아지면서 전문가들은 혁신 기술에 대한 회의를 품게 된다. 이후 계몽의 단계(slope of enlightenment)로 접어들게 되면, 기술의 개량과 발전이 일어나면서 다시 혁신에 대한 기대와 긍정적 인식이 높아진다 (Fenn, 2007). 그러나 여전히 전체의 약 5%만이 기술을 도입하고 있다. 마지막 안정기(plateau of productivity)는 새롭게 발전된 기술의 장점을 바탕으로 하여 전문가들뿐만 아니라 일반 대중들도 혁신의 유용성을 감지하기 시작한다.

이처럼 기술 하이프 사이클은 시간의 흐름에 따라 전문가들의 관심과 기술의 발전이 어떻게 변화하는지를 다루고, 1차 도입과 2차 도입 사이에 일종의 간극이 존재함을 밝히고 있다. 그러나 하이프 사이클은 기술 도입 초기에 기술에 대한 정보를 독점하고 있는

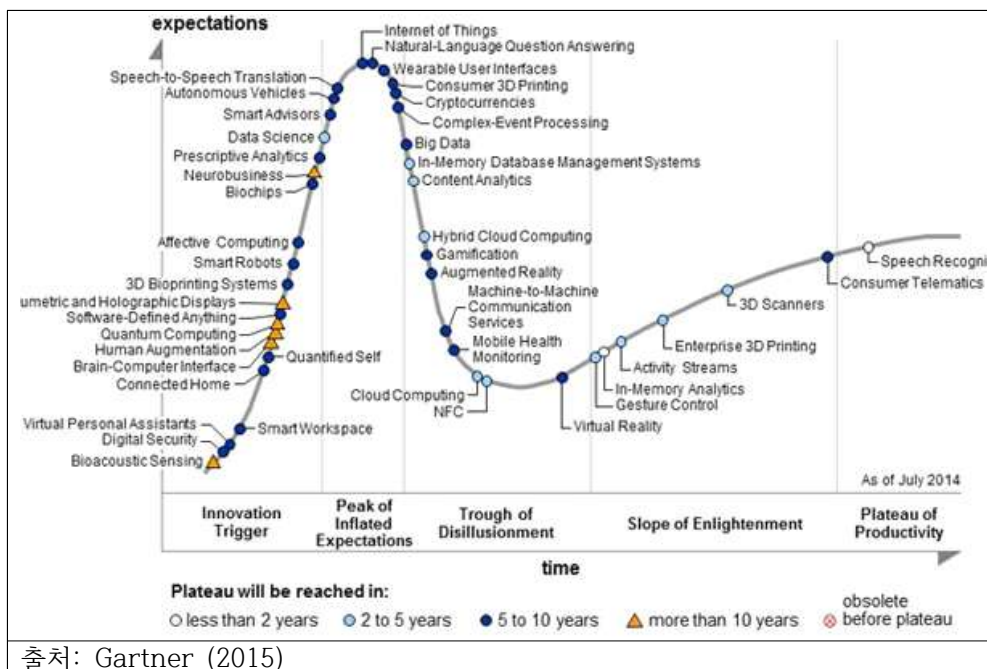
일부 전문가와 개혁가들이 기술에 대하여 가지는 관심을 나타내고 있기 때문에 전체 사회 구성원들의 도입 결정에는 그다지 큰 영향을 미치지 못한다. 따라서 기술 하이프 사이클이 존재하더라도 기술 도입 분포는 여전히 Rogers(1962)와 Moore(1991)의 모형과 마찬가지로 정규분포의 형태를 띠게 된다 (Gartner, 2003). 기술 도입에 대한 누적 밀도 함수 또한 아래 <그림 3-8>에서 보여지는 것과 같이 우상향하는 S 커브의 형태를 가진다 (Fenn, 2010). 따라서 기술 하이프 사이클에서도 기술의 도입은 사람들 사이에 존재하는 사회적 네트워크에 따라 정보가 확산되면서 함께 이루어진다고 할 수 있을 것이다.

<그림 3-8> 기술 하이프 모형과 기술 도입



기술 하이프 사이클 모형을 설명하기 위하여 제시되고 있는 기술들은 주로 도입과 설비 마련을 위한 비용이 높고 실패의 위험성이 높은 첨단 기술이다. 아래 <그림 3-9>은 Gartner가 2015년에 발표한 하이프 사이클로, 첨단 기술들이 2015년을 기준으로 하이프 사이클의 어느 부분에 위치하고 있는지를 나타내고 있다. 그림에서 볼 수 있는 것과 같이 하이프 사이클에 위치하는 기술들은 사물인터넷(Internet of Things), 클라우드 컴퓨팅 (cloud computing) 등 고비용 고위험의 기술들이다.

<그림 3-9> 혁신 기술 종류에 따른 기술 하이프 모형



### 3. 선행연구의 한계와 본 연구의 필요성

선행연구를 통하여 본 연구의 필요성은 다음과 같다. 선행연구의 검토에서 살펴본 바와 같이 Rogers가 1965년 혁신 기술의 전파와 관련한 저서를 출판한 이후, 기술 도입 요인을 밝히고자 하는 시도는 매우 빈번하게 이루어졌다. 그러나 이러한 혁신 기술 도입과 관련한 연구들은 주로 설문 조사를 통하여 데이터를 수집한 후 이를 계량적 방법을 통하여 분석하는 형식으로 이루어져왔다. RFID 도입을 다룬 선행연구에서 설문 조사의 대상은 일반 조직 구성원들부터 조직의 의사결정을 담당하는 관리자, 일반 시민에 이르기까지 다양하였으나 설문 연구 자체의 한계에서 벗어나기 힘들다고 할 수 있다. 설문 연구의 한계는 여러 가지 관점에서 지적되어왔으나 그 중 가장 중요하고 치명적인 단점은 한 사람의 응답자가 종속변수와 독립변수를 동시에 결정함으로써 발생하는 동일방법편의(common method bias)가 존재한다는 점이다(박원우 외, 2007). Billings and Wroten(1978)가 지적하고 있는 바와 같이 동일한 방식에 의하여 두 개의 변수를 측정할 경우, 그 상관관계는 실제의 상관관계보다 더 크게 나타날 수 있다. 이는 설문 자료를 이용하여 실증분석하였을 경우 분석의 편의(bias)가 발생할 가능성이 높다는 것을 시사한다. 설문 분석 방법의 또 다른 문제점으로는 뿐만 아니라 응답자가 질문을 잘못 이해하거나, 이해하더라도 솔직하게 자신의 생각을 표현하지 않거나 속이는 경우가 발생할 수 있다는 점(김병섭, 2010)을 들 수 있다.

RFID 도입을 다룬 선행연구들이 대부분 설문 조사 방법을 통하여 이루어졌다는 사실은 또 다른 문제점을 야기한다. 중

T-O-E 모형에 기반하여 분석을 진행한 연구들은 구체적으로 변수를 조작적 정의하지 않고 사실상 개념적 정의를 그대로 묻는 설문 질문들을 바탕으로 하여 데이터 수집이 이루어졌다. 기술, 조직, 환경의 세부 요인인 ‘기술 도입 비용’, ‘기술의 양립성’, ‘조직의 내부준비성’등은 개념적 정의이며 개념적 정의가 관찰될 수 있는 형태로 표현되지 않으면 연구가 수행되기 어렵다(김병섭, 2010). 그러나 RFID 도입 요인과 관련된 대부분의 연구들은 개념적 정의만을 사용한 질문을 활용함으로써 변수들의 조작적 정의가 이루어지지 않고 있다. 아래 <표 3-1>는 RFID 도입 요인을 도출한 선행연구에서 변수의 조작적 정의가 어떻게 이루어지고 있는지 간략하게 제시한 표이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 모든 연구에서 5점 리커트 척도를 사용한 질문을 사용하였으며, 변수의 조작적 정의가 제대로 이루어지지 않은 형태로 설문이 시행되었음을 알 수 있다. 예를 들어 Ramamurthy et al.(1999)의 연구에서 기술적 요인의 세부 요인인 ‘기술의 적합성’을 묻는 질문으로는 ‘귀하는 RFID기술이 기존 장비와 적합하다고 생각하십니까?’라고 묻고 있으며, Grandon and Pearson(2004)은 기술의 양립성을 묻는 질문으로 ‘RFID기술이 조직의 가치, 믿음, 전략과 일치한다고 생각하십니까?’라고 묻고 있다. 따라서 하드 데이터를 활용한 연구를 수행할 때 세부 요인들이 어떻게 조작적 정의되어야 하는지에 대한 논의는 거의 존재하지 않고 있다고 할 수 있다. 따라서 이러한 문제 인식 하에서 정책 집행 결정자 및 수혜자들과의 심층 인터뷰를 실시하여 변수를 조작화하였다. 이후 조작적 정의에 따른 데이터를 수집하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 이를 통하여 정량적 연구와 정성적 연구를 접목하고자 하였다.

<표 3-1> 선행연구 설문 문항

요인		측정항목	관련연구	측정방법
기술적 요인	RFID 기술 역량	RFID를 지원하는 IT 인프라 수준이 충분한가?	Lin(2006)	5점 리커트 척도
		RFID 기술에 친숙한가?		
		RFID 기술에 대한 지식이 많은가?		
	RFID 기술 적합성	RFID 기술과 기존장비와의 적합한가?	Ramamurthy et al. (1999)	
		RFID 기술이 실무 현장에 적합한가?	Grandon and Pearson(200 4)	
		RFID 기술이 조직의 가치, 믿음, 전략 등과 일치하는가?	Venkatesh and Davis(2000)	
	RFID 도입 비용	RFID 설치비용이 높은가?	Wymer and Regan(2005) Iacovou et al.(1995)	
		RFID 교육 및 훈련비용이 높은가?		
		RFID 도입에 따른 유지보수 비용이 높은가?		
조직적 요인	최고 경영층 지원	최고 경영층의 지원이 충분한가?	Caldeira and Ward(2002) Shim and Min(2002) Kim and Lee(2008)	
		최고경영층이 RFID 구축을 중요한 이슈로 고려하는가?		
		최고경영층이 RFID 구축 시 스텝들과 의사소통하고 참여하고자 하는 의지가 있는가?		
	조직 크기	우리조직의 크기는 동종기관과 비교할 때 큰 편인가?	Kim and Lee(2008)	
	조직의 내적 준비성	RFID 기술 도입을 위한 조직 내부의 공감대와 의지가 있는가?	Kinsella(200 3)	
	조직의 재정적 풍부성	RFID 기술을 도입하는 데 필요한 충분한 재정을 갖추고 있는가?	Dosi(1991), Iacovou et al.(1995)	
환경적	경쟁	경쟁관계의 기관에서 RFID를	Wymer and	



요인	압력	도입하고 있는가?	Regan(2005)
		대다수 동종기관에서 RFID를 도입하고 있는가?	
		경쟁기관에서 RFID 성공 모델을 적용하고 있는가?	
	정부 지원	정부가 RFID 도입과 관련한 인센티브 제공하는가?	Xu et al.(2004) Wymer and Regan(2005) Grover and Goslar(1993) McKnight et al. (2002) Gefen et al. (2003)
		정부기관에서 RFID 도입과 관련한 정보 제공하는가?	
		정부기관이 RFID 관련 법률/제도 개선을 위해 노력하는가?	

또한 본 연구에서는 환경적 요인에 ‘시장으로부터의 영향’ 대신 ‘정부의 정보 제공’ 변수를 넣어 혁신 기술 도입 주체로서의 정부의 역할을 강조하고자 하였다. 앞서 살펴본 바와 같이 Rogers와 같은 혁신 기술 도입 요인을 연구한 초기 학자들은 정부가 미치는 영향력은 고려하지 않았다. 또한 기술 수용모형을 발전시킨 Davis의 경우에도 기술 도입은 도입 주체들을 합리적 주체로 가정하고, 기술의 유용성과 적합성이 도입을 좌우하는 가장 중요한 요소라고 강조하였다. 이후 환경적 요인을 새롭게 추가한 T-O-E 모형이 등장하였지만 여전히 환경적 요인으로 시장으로부터의 경쟁 압력만이 고려되었다. 이후 2000년대 후반 들어 Ramanathan et al. (2013), Lai et al(2014)과 같이 아시아 국가를 대상으로 한 연구들을 통하여 정부의 제도적 지원과 정보 제공을 새롭게 변수로 추가한 연구들이 등장하였다. 그러나 정부의 역할을 제도적 지원과 정보제공을 통하

여 간접적으로 도입을 권하는 소극적 관점에서뿐만 아니라 적극적으로 기술 도입을 직접 견인하는 주체로서의 관점에서 살펴볼 필요가 있는데 그 이유는 다음과 같다. 첫 번째로, 김상현(2008)이 지적하고 있는 바와 같이 우리나라의 혁신 기술 도입은 정부 정책에 의하여 억지로 이루어지는 경우가 많으며 Johnson(1987) 또한 특히 아시아 국가에서 국가 주도하에 정책이 입안되고 집행되는 경우가 많음을 밝히고 있다. 뿐만 아니라 Sear and Baba(2011)가 밝히고 있는 바와 같이 세계화가 급격하게 진행되어 국가와 기업 간 상호 교류를 위한 장벽이 낮고, 혁신 기술의 도입이 불러일으킬 수 있는 변화가 큰 경우, 혁신 기술 도입 주체를 다차원적(multi-level)로 이해할 필요가 있다. 즉 이들에 따르면 정보화 시대 조직의 기술 도입에는 조직 그 자체의 특성 뿐만 아니라 동종업계로부터의 압력, 정부의 도입의지, 더 나아가 전 세계 시장의 흐름까지 한번에 고려하는 다수준 분석(multi-level analysis)이 필요하다는 것이다. 또한 ‘정부 정보 제공’ 변수를 ‘자치구 홈페이지에서 제공되는 글 수’로 조작화하여 기술 확산 네트워크의 노드(node)로서의 정부의 역할을 확인할 수 있다. 선행연구에서 살펴본 바와 같이 Rogers(1962)는 조직 내 존재하는 구성원들의 네트워크가 기술에 대한 정보를 전달하고 더 나아가 기술의 확산을 견인하는 가장 중요한 요소라고 하였다. 이후 Gartner(1995)는 Rogers의 이론을 확장시켜, 이러한 네트워크의 노드(node)를 담당하는 것이 기술에 대한 전문적 지식을 가지고 있는 전문가들과 언론(media)이라고 보았다. 즉 노드에 위치한 전문가와 언론을 통하여 혁신 기술이 초기 도입자들부터 다수의 대중으로까지 전파된다는 것이다. 그러나 본 연구에서는 정보화 시대 정부가 인터넷을 통하여 직접 시민들에게 기술에 대한 정보를 전달함으로써

써 시민 네트워크의 노드(node)로서의 역할을 확인하고자 한다.

마지막으로 기술, 조직, 환경 요인을 구성하는 세부 요인들에 대한 이론적 쟁점을 각각 살펴보고 실증 연구 결과를 이용하여 해석할 것이다. RFID 도입과 관련한 선행연구들은 세부 요인들의 영향력을 파악하되, 각 요인들과 관련한 이론적 쟁점을 거의 소개하지 않고 있으며, 일방향적인 이론만을 소개하는 형태로 가설을 설정하고 있다. 예를 들어 Zailani et al.(2015)도 말레이시아 병원들에서의 RFID 도입을 연구하면서 여섯가지 종류의 세부 요인들에 대한 가설을 제시하였으나, 세부 요인들이 RFID 도입에 정(+)의 영향을 미친다는 연구 이론들만을 소개하고 있으며 유의미하지 않게 도출된 요인들에 대한 추가적 해석을 제공하지 않고 있다. 그러나 본 연구에서는 세부 요인들과 관련한 이론적 쟁점을 각각 제시하고 이를 통하여 유의미하지 않게 도출된 요인들의 분석 결과를 구체적으로 해석할 수 있었다.

### 제 3절 연구의 설계

#### 1. 연구대상 설정과 데이터 수집

##### 1) 연구 대상

앞서 설명한 바와 같이 서울시에서는 음식물 쓰레기 종량제가 도입되면서 공동 주택에 음식물 쓰레기 봉투와 납부필증 방식, RFID 차량계량 방식을 도입하기 시작하였으며, 2013년 RFID 기술을 활용한 방식을 점진적으로 도입하기로 결정함에 따라 RFID 기술 활용을 신청한 아파트 단지들에 한하여 RFID 기기를 단지 내에 설치해주고 있다. 현재 서울시는 2016년 말까지 서울시 모든 아파트단지에 RFID 기술 도입을 완료할 예정이다.

이와 같은 배경 하에서 본 연구는 국토해양부에서 운영하는 공동주택 관리 시스템인 k-apt.go.kr에서 제공하는 자료를 토대로 서울시 25개 자치구에 위치한 공동주택 단지 2081개를 전수 조사하여 RFID 기술의 도입에 영향을 미치는 요인과 시간에 따른 도입 확률 변화를 추적하고자 하였다. 연구의 시작일은 2013년 1월로, 종료일은 2015년 10월로 고정하였으며, 2015년 10월을 기준으로 하여 RFID 태그를 활용한 음식물 쓰레기 종량제가 공동주택 단지에 도입되고있는지 여부를 파악하고 이를 토대로 로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis)을 실시하였다.

## 2) 데이터 수집

데이터의 수집은 2015년 7월부터 10월까지 약 세달 간 이루어졌으며 연구 대상인 아파트 단지에 대한 정보를 서울시, 자치구, 그리고 국토해양부에서 얻은 후 이를 중복확인(cross checking)하는 방식으로 이루어졌다. 먼저 RFID 도입에 걸린 시간의 측정을 위해서 25개 자치구로부터 각 아파트 단지의 2015년 10월을 기준으로 한 RFID 개별계량 방식 도입 일자와 도입 여부에 대한 정보를 정보 공개청구를 통하여 얻었다. 이를 토대로 2015년 10월 1일을 기준으로 각 공동주택 단지가 RFID 개별계량 방식을 도입하고 있는지 여부를 조사하였으며, 이에 관련한 이분형 변수를 로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis)의 종속변수로 설정하였다.

로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis)에 쓰인 독립변수는 먼저 T-O-E 모형에 따라 기술적, 조직적, 환경적 요인들을 분류하고 자치구청, 아파트 거주민, 아파트 관리사무소, 쓰레기 배출업체 관련자들을 심층 인터뷰하여 RFID 개별계량 방식 도입에 영향을 미치는 요인들을 구체적으로 조작화하였다. 먼저 기술적 요인 중 배출 수수료 차이의 경우 자치구청에 정보 공개를 청구하여 데이터를 얻었으며 개별 난방 변수의 경우 국토해양부 공동주택 관리시스템을 통하여 코딩하였다. 조직적 요인에 해당하는 변수 중 세대수와 아파트 가격에 대한 데이터는 한국 감정원 홈페이지를 통하여 수집하였으며 자치관리와 경비관리 인력 데이터는 국토해양부 공동주택 관리시스템을 통하여 얻었다. 마지막으로 환경적 요인인 ‘홈페이지 게시글’ 변수의 경우 각 자치구청 홈페이지를 통하여 수집하였다.

## 2. 가설의 설정

### 1) 기술적 요인

비용(cost)는 혁신 기술 도입에 있어 수용 주체가 가장 먼저 고려해야 하는 가장 중요한 요소 중 하나이다. Garter(1995)가 밝히고 있는 바와 같이 정보화 사회가 고도화될수록 새로운 혁신 기술들을 도입하기 위하여 단지 기계와 장비를 구비할 뿐만 아니라 생활 방식 자체를 변화시켜야 하는 경우가 많아지기 때문에 기술 도입 시 비용이 주는 부담도 점차 증가하고 있다고 할 수 있다. Konsynski and Smith(2003) 또한 혁신 기술 도입시 필요한 비용은 장비 구입 비용뿐만 아니라 기술 이용을 원활하게 하기 위한 교육과 트레이닝 비용을 모두 포함한다는 것을 강조하고 있다. 기술 도입에 필요한 비용이 클 경우 조직들은 혁신 기술 도입에 더 신중해질 가능성이 높다. 이는 과도한 비용이 조직 경영의 부담으로 작용할 수 있기 때문이다(Lai et al., 2014). 따라서 기술 도입 비용이 커질수록 혁신 기술이 잘 도입되지 않을 것이라고 예상하여 볼 수 있다. 그러나 한편에서는 최근 급격한 기술 발전과 함께 신기술 도입을 위하여 필요한 비용이 많이 절감되었다는 점과(Mehrjerdi, 2010), 단기적 시각에서 혁신 기술 도입의 비용과 편익을 계산하기보다 보다 장기적인 관점에서 파악하고자 하는 조직이 많아지면서 도입 비용이 기술 도입에 가지는 중요성이 많이 퇴색하였다고 보는 견해도 있다. 이러한 배경 하에 음식물 쓰레기 종량제 RFID 기술 도입 비용과 기술 도입에 관련한 첫 번째 가설은 다음과 같이 설정하였다.

## H1: 기술 도입을 위한 비용이 적을수록 기술을 도입할 가능성이 높다.

기술적 요인과 관련한 두 번째 가설은 기술의 양립성(compatibility)과 관련한 가설이다. 먼저 기술적(technological) 의미에서 기술의 양립성은 새롭게 도입하고자 하는 기술이 기존에 존재하고 있는 시스템과 얼마나 호환 가능한지에 대한 것이다. 연구자에 따라 기술의 양립성은 표준화가 잘 되어있는지 여부와 동일시되기도 하며(김상현, 2008) 기존 시스템과 양립성이 높을수록 기술 도입은 더 신속하고 쉽게 이루어질 수밖에 없다(Tomazky and Klein, 1982). 그러나 기술의 양립성은 하드웨어적인 양립성만을 뜻하지는 않는데, Schultz and Slevin(1975)에 의하면 기술의 양립성은 기술의 소프트웨어적, 하드웨어적 양립성을 모두 포함하는 단어이다. 뿐만 아니라 기술의 양립성을 기존 제도와 얼마나 양립 가능한지로 파악하는 학자들도 있다. Lai et al. (2010)은 양립성을 ‘조직이 기존에 가지고 있었던 가치 및 경험과 부합하는지 여부’로 정의하였으며 Brown and Russell (2007)도 혁신 기술이 조직의 기존 비전과 목적에 얼마나 상응하는지를 살펴보고자 하였다. 그러나 Moore (1991)와 Gartner(1995)가 밝힌 바와 같이 정보화 사회의 혁신 기술들은 대부분 기존에 존재하던 사업 프로세스와 작업 방식들을 완전히 바꾸어버리는 경우가 많기 때문에 기존 시스템 및 비전과의 부합하는지 여부가 기술 도입 여부에 큰 영향을 미치지 않을 가능성도 존재한다. 뿐만 아니라 혁신 기술 도입에 보다 중요한 것은 기존 제도와 양립성 및 양립가능성 정도보다 조직 의사결정권자의 파격적 결단일 수 있다(Bradford and Florin, 2003). 따라서 기술의 양립성과 관

런된 두 번째 가설은 다음과 같이 설정하였다.

**H2: 기술의 양립성이 높을수록 기술을 도입할 가능성이 높다.**

## **2) 조직적 요인**

규모가 큰 조직은 기술 도입을 보다 쉽게 결정할 가능성이 높다. 선행연구들에 따르면 규모가 큰 조직일수록 기술의 유용성과 가능성을 파악할 수 있는 정보력 및 능력을 지니고 있을 뿐만 아니라(Wen et al., 2009), 혁신 기술을 도입하고 운용하기 위하여 필요한 물적 자원과 인적 자원을 풍부하게 가지고 있을 가능성이 높다(Gover and Goslar, 1993). 뿐만 아니라 규모가 큰 조직의 경우 기술 도입 실패 시 발생할 수 있는 위험을 감수하고 극복할 능력이 더 크다. 따라서 규모가 큰 조직은 혁신 기술을 보다 용이하게 도입할 가능성이 크다. 그러나 조직의 규모가 클수록 의사결정과정의 복잡해질 수밖에 없고 의사결정에 소요되는 시간이 길어질 수밖에 없으며 조직의 규모가 커지면 다양한 이해관계를 가진 사람들이 동시에 의사결정에 참여하게 되는데(Mintzberg, 1979), 이는 혁신 기술 도입에 찬성하는 사람들뿐만 아니라 반대하는 입장의 사람들도 존재하게 되기 때문에, 일련의 설득의 과정이 필요하다는 것을 시사한다. 그러나 조직의 규모가 클수록 의사전달 네트워크는 복잡해질 수밖에 없기 때문에 설득을 통하여 합의에 이르는 과정은 난해해질 수밖에 없다. 따라서 조직의 규모와 관련한 세 번째 가설은 다음과 같이 설정하였다.



### **H3: 조직의 규모가 클수록 기술을 도입할 가능성이 더 높다.**

조직의 재정적으로 풍부한 상태일수록 혁신 기술을 도입할 가능성은 높아진다. 재정적으로 풍부한 조직은 기술 도입에 필요한 인프라를 잘 조성할 수 있을 뿐만 아니라 기술 도입 실패에 따른 위험을 보다 잘 부담할 수 있다. 또한 재정이 풍부한 조직은 면밀하게 구성되어있는 네트워크를 통하여 보다 신속하고 빠르게 정보 수집을 할 수 있기 때문에, 새로운 기술의 존재와 그 가능성에 대한 정보에 경쟁자들보다 더 빨리 접근할 수 있다. 그러나 재정적으로 풍부한 기업이 꼭 혁신에 더 적극적이라 말할 수는 없으며 이는 대기업이 새로운 기술 투자에 소극적이라는 사례에서도 찾아볼 수 있다. 현재 혁신 기술의 개발과 투자는 소규모 저자본의 벤처 기업들을 중심으로 이루어지고 있다는 사실은 조직의 재정적 풍부성이 꼭 신속한 혁신 추진을 담보하는 것은 아니라는 것을 시사한다. 따라서 조직의 재정적 풍부성에 관련한 가설은 다음과 같이 설정하였다.

### **H4: 조직의 재정적 풍부성이 높을수록 기술을 도입할 가능성이 더 높다.**

마지막으로 조직이 기술을 도입할 충분한 준비를 갖추고 있는지에 대한 조직의 내적 준비성(interior organizational readiness)을 조직적 요인의 중요한 요소로 꼽아볼 수 있다. 혁신 기술 도입에 있어 조직의 내적 준비성이 가지는 중요성은 여러 학자들에 의하여 강조되어왔다. 조직의 내적 준비성은 여러 가지로 정의될 수 있는

데, Kinsella(2003)는 이를 혁신 기술에 대한 조직 내부의 긍정적인 공감대와 의지라고 정의하고, 이러한 조직 내부의 합의가 잘 이루어질수록 기술 도입이 용이해질 것이라고 예상하였다. 또한 Janbozorg(2015)는 조직의 기술을 잘 다룰 수 있는 조직 구성원이 얼마나 존재하는지도 조직의 내적 준비성을 나타내는 중요한 척도라고 지적하였다. 따라서 조직의 내적 준비성이 강할수록 기술 도입이 잘 일어날 것이라고 예상하여 볼 수 있다. 그러나 김상현(2008)이 지적하고 있는 바와 같이 우리나라에서 혁신 기술의 도입 조직 특성보다는 정부 정책에 의하여 억지로 도입되는 경우가 더 많다. 즉 조직의 강한 내적 준비성이 꼭 혁신 기술의 도입을 견인할 것이라고 예상할 수는 없다. 따라서 조직의 내적 준비성과 관련한 가설은 다음과 같이 설정하였다.

**H5: 조직의 내적 준비성이 강할수록 기술을 도입할 가능성이 더 높다.**

### **3) 환경적 요인**

T-O-E 모형에 의하면 외부 주체들의 행태도 혁신 기술의 도입에서 배제할 수 없는 요소이다. 외부 주체들의 영향력은 제도적 동형화(isomorphism)의 관점에서 해석하여 볼 수 있는데 (Lai et al., 2010), 하나의 기업이 혁신 기술을 도입하게 되면 제도적 주체인 다른 조직들도 기술 도입을 모방하는 경향이 관측되는데(Wen et al., 2009), 이는 제도주의적 관점에서 해석해볼 수 있는 모방 행태라

할 수 있을 것이다. 또한 외부 경쟁자들보다 더 빨리 시장을 선점하고 싶어하는 욕망이 기술 도입을 촉진할 수도 있는데, 특히 유사 직종에 있는 다른 조직들이 혁신 기술을 도입하게 되면 조직은 혁신을 추진할 가능성이 높아진다(Poston and Grabski, 2001). 그러나 이러한 외부 주체들의 도입 행태는 기술 도입 초기라는 제한적 시간 하에서만 발현되는 특이한 현상이라고 해석하는 학자들도 있다(Zhu et al., 2006). 즉 혁신 기술이 시장에 도입되는 초기에는 기업들이 외부 주체들의 행태에 따라 기술 도입을 결정하는 경우가 많지만, 시간이 흐르고 시장을 선도하는 조직이 고정될수록 이러한 현상은 완화된다는 것이다. 이러한 이론적 배경 하에서 기존 연구들은 외부 주체들이 기술 도입에 미치는 영향을 살펴보는데 주력한다. 그러나 음식물 쓰레기 종량제에 활용되는 RFID 기술과 같이 정부가 전략적으로 도입을 독려하는 기술의 경우 정부가 제도 도입 초기부터 RFID 도입을 강력하게 권고하는 한편 주민 공청회나 자치구청 홈페이지 등을 통하여 RFID 기술의 유용성에 대한 정보를 주민들에게 적극적으로 제공하였다. 문명재(2013)에 따르면 정부는 재정적 유인을 통하여 정책 목표를 달성하고자 하는 것과 마찬가지로 정보 제공을 통하여 개인과 조직의 행태를 변화시킬 수 있다. 그러나 Rogers는 혁신의 확산(Diffusion of Innovation)의 2000년대 개정판에서도 혁신 기술의 전파는 사람들 사이에 존재하는 네트워크를 통하여 전파된다는 주장하였다. 뿐만 아니라 Moore(1991)와 Gartner(1995)는 기술 도입과 확산에 중요한 정보를 제공하는 주체는 기술에 대한 전문 지식을 갖춘 전문가들과 언론이라고 보았다. 본 연구에서는 정부에서 기술 수용자(주민)들에게 기술에 대한 정보를 많이 제공할수록 기술 도입이 활성화될 것이라고 예상하고 다음

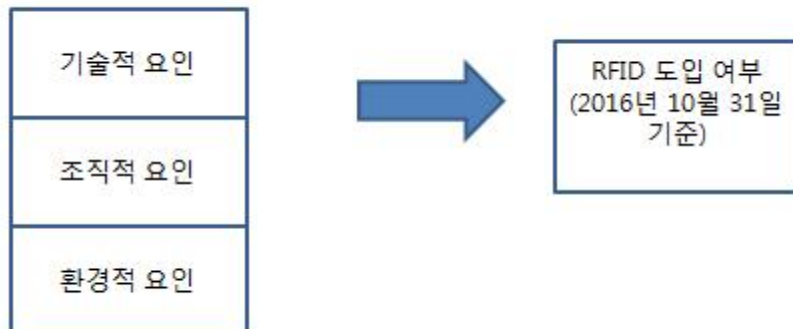
과 같은 여섯번째 번째 가설을 설정하였다.

H6: 정부에서 RFID 기술에 대한 정보를 많이 제공할수록 아파트 단지에서 기술 도입할 확률이 높아질 것이다.

### 3. 연구의 모형

로지스틱 회귀분석에 사용된 연구 모형을 도식화하면 아래 <그림 3-10>과 같다. 그림에서 볼 수 있는 것과 같이 본 연구의 독립변수는 크게 세 가지로 이는 T-O-E 모형에서 기술도입에 영향을 미치는 요인으로 설정하고 있는 기술적 요인, 조직적 요인, 그리고 환경적 요인이다. 세부적으로 살펴보면 기술적 요인에는 기술 도입에 필요한 비용과 기술의 양립 가능성이 포함된다. 다음으로 조직적 요인에는 조직의 재정적 풍부성, 조직의 규모, 그리고 조직의 내적 준비성이 포함되었다. 마지막으로 환경적 요인은 정부의 지원과 관련한 변수들로 구성되어있다. 정부가 RFID 개별계량 방식의 도입에 얼마나 큰 의지를 가지고 있는지 여부에 대한 변수와 정부가 RFID 개별계량의 도입을 위하여 어느 정도의 정보를 제공하고 있는지에 대한 변수들이 포함되었다.

<그림 3-10> 연구의 모형



본 연구의 종속변수는 아파트 단지에서 RFID 개별계량 방식을 도입하고 있는지 여부에 대한 더미 변수(dummy variable)이다. 아파트 단지에서 RFID 개별계량 방식을 도입하고 있을 경우 1로, 도입하고 있지 않을 경우 0으로 코딩하였다.

## 4. 분석 방법

### 1) 로지스틱 회귀분석 모형(Logistic Regression Model)

본 연구에서는 실증 연구 모형으로 로지스틱 회귀분석 모형을 활용하고자 한다. 로지스틱 회귀분석 모형은 종속변수가 이분형 더미 변수(dummy variable)일 때 사용하는 실증 분석 모형으로, 본 연구에서는 아파트 단지에서 RFID 개별계량 방식이 도입되었는지 여부를 나타내는 더미 변수가 로지스틱 회귀분석의 종속 변수로 설정되었다. 로짓 모형에서는 기술적, 조직적, 환경적 요인이 종속변수에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고자 하였다.

### 2) 심층 인터뷰

또한 본 연구에서는 정량적 접근 뿐만 아니라 심층 인터뷰 기법을 활용한 정성적 접근 또한 꾀하고자 한다. 자치구청과 쓰레기 수거 업체, 그리고 아파트 관리사무소에서 근무하는 경비원 및 관리사무소 직원들 10명을 대상으로 심층 인터뷰를 진행하여 패널 데이터 분석에서 도출된 계량적 결과를 해석하는 데 활용하고자 한다.

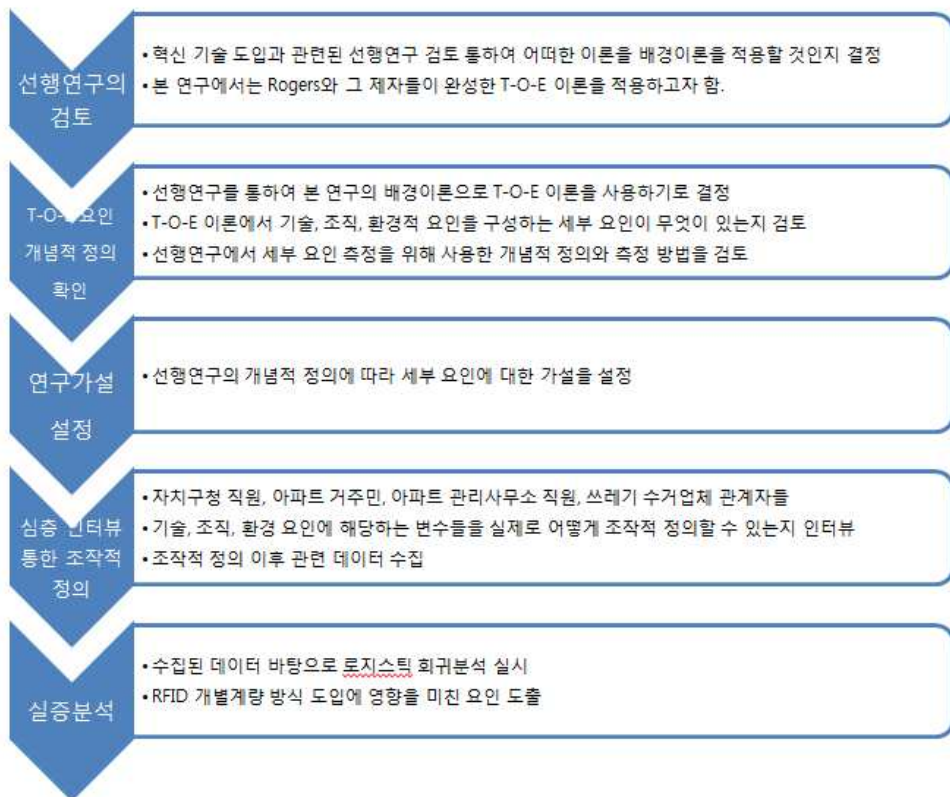
인터뷰는 2015년 9월과 11월 사이에 구청과 관리사무소, 수거 업체를 방문하여 이루어졌으며, 이름과 나이, 소속 등을 익명 처리하여 개인 신상에 관련한 정보를 최대한 보호하고자 하였다. 이를 통하여 변수에 대한 현장성 있는 조작적 정의가 가능할 것으로 보여지며 더 나아가 보다 현장성과 적실성을 갖춘 결과 해석이 가능할 것으로 기대한다.

### 3) 연구의 흐름

연구의 흐름을 도식화하여 나타내면 아래 <그림 3-11>과 같다. 그림에서 보여지고 있는 바와 같이 본 연구는 크게 4가지 단계로 구성되어있다. 먼저 선행연구의 검토를 통하여 혁신 기술 도입과 관련한 이론 중 어떠한 이론을 배경 이론으로 적용할 것인지에 탐색하였다. 그 결과 본 연구에서는 Rogers이후 발전한 T-O-E 이론을 이론적 배경으로 적용하고자 한다. 다음으로 T-O-E 이론을 다룬 연구들을 보다 자세히 살펴보고 이를 통하여 기술, 조직, 환경적 요인을 구성하는 세부 요인들이 무엇인지를 살펴보았다. 이렇게 도출된 세부 요인들에 대한 선행연구 검토를 통하여, 각각의 가설을 설정하였다. 그러나 선행연구 검토 단계에서 세부 요인들에 대한 개념적 정의만이 존재할 뿐 아직까지 세부 요인들이 조작적 정의를 통하여 계량적으로 측정가능한 변수화(化)되지 못하였음을 알 수 있었으므로 심층 인터뷰를 통하여 세부 요인들을 조작적 정의하고자 하였다. 심층 인터뷰는 자치구청 직원, 아파트 거주민, 아파트 관리사무소, 쓰레기 수거업체 관계자들을 대상으로 하여 이루어졌으며, 기술/조직/환경과 관련한 세부 요인들을 어떻게 현장성 있는 방향으

로 조작적 정의할 수 있는지 탐색하였다. 이 후 이렇게 정의된 변수들에 대한 데이터를 수집하였으며 수집된 데이터를 바탕으로 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 이를 통하여 RFID 개별계량 방식 도입에 영향을 미친 요인을 도출하고자 하였다.

<그림 3-11> 연구의 흐름





## 5. 변수의 측정

변수의 측정은 다음과 같이 이루어졌다. 본 연구의 종속변수는 각 아파트 단지가 2015년 10월을 기준으로 RFID 개별계량 방식을 선택하고 있는지 여부에 대한 것이다. RFID 방식을 선택하고 있는 아파트 단지의 경우 1로, 선택하고 있지 않은 단지의 경우 0으로 코딩하였다. 서울 시내 아파트 단지들의 RFID 도입일에 대한 정보는 각 자치구청과 서울시에서 따로 자료를 얻어 중복 확인하였다.

본 연구는 아파트 단지에서 RFID 개별계량 방식을 도입하게 하는 요인이 무엇인지를 알아보고자 하는 탐색적 연구로, 선행연구에 따라 세 가지 종류의 독립변수를 설정하였다. 먼저 기술적 요인으로는 ‘배출 수수료 차이’와 ‘개별 난방 방식 사용 여부’를 설정하였다. Zailani et al.(2015)에 의하면 비용 변수는 기술 도입을 결정하는 가장 중요한 요소 중 하나로 새로운 기술의 도입에 필요한 비용이 높을수록 혁신 도입이 늦어지는 경향이 있다. 선행연구에서는 기술 도입에 필요한 비용을 새로운 장비 구입에 드는 비용을 비롯하여 기술 운용 전반에 필요한 비용으로 정의하고 있다(Lai et al., 2010). 본 연구의 분석 대상인 RFID 아파트 단지 도입의 경우 서울시에서 기기 구매에 필요한 비용을 모두 부담하고 있어 주민들이 부담해야 하는 비용은 없었다. 이외에도 전기세나 통신료의 경우에도 서울시 정부나 구 정부에서 부담하였다. 그러나 RFID 방식의 경우 기존 방식인 납부필증이나 쓰레기 봉투 방식에 비하여 배출 수수료가 더 높았으며 이는 주민들이 부담해야 하는 비용 부담이라고 볼 수 있다고 보았다. 따라서 기존 방식과 RFID방식의 배출 수수료 차이를 ‘기술 도입 비용’으로 조작적 정의하였다.

“주민들이 기계 구입에 비용 부담하신 건 거의 없죠. 사실 이게 환경부에서 미는 사업이라 환경부에서도 지원금이 있었구요, 서울시에서도 일단 기계 설치하겠다, 이렇게 하면 다 비용 부담해 줬으니까요.”

서울시청 청소행정과 담당 직원

“아파트 사시는 분들이, 우리 구민들이 부담하시는 부분은 이제, 기계 구입은 환경부랑 시에서 해주니까요, 통신료랑 전기세 이런 것도 다 시나 구에서 해주니까. 대신 그런데 배출하는데 드는 비용이 비싸죠. 다른 방식보다 RFID가요.”

중구청 청소행정과 직원

다음으로 기술의 양립성에 대한 가설을 조작화하고자 한다. Wang et al.(2011)에 따르면 기술의 양립성은 새롭게 도입되는 혁신 기술이 기존 기술과 어느 정도 일치하는지 여부를 나타낸다. 이는 물리적인 부분에서뿐만 아니라 혁신 기술이 조직이 기존에 가지고 있던 가치와 제도에 얼마나 부합하는 성격을 가지고 있는지에 대한 것이기도 하다. 우리나라 아파트 공동주택 단지의 난방 방식은 크게 개별 난방 방식과 중앙 난방 방식으로 나뉘어지는데, 이 중 중앙 난방 방식은 RFID 방식 도입 이전에 활용하던 음식물 쓰레기 종량제 방식 중 납부필증 방식과 RFID 차량계량 방식과 유사하게 단지 내에서 배출한 난방비 총액을 합산한 뒤 이를  $1/n$  하여 공동으로 부담하는 단지별 종량제 방식을 택하고 있으며, 개별난방 방식은 각 세대가 직접 사용한 난방 총량에 비례하여 난방비를 납부하는 세대별

종량제 방식을 택하고 있다. 따라서 개별 난방 방식과 RFID 개별계량 방식은 세대별 종량제를 택하고 있다는 점에서 유사성을 지닌다. 따라서 개별 난방 방식의 RFID 방식과 같은 단위 비례 부과 방식(unit-pricing)을 택하고 있다고 할 수 있으며, 이러한 유사성으로 인하여 기존에 개별 난방 방식을 선택하고 있는 아파트 단지일수록 RFID 도입에 적극적일 것이라고 예상하였다. 이는 개별 난방 방식을 활용하고 있는 ○○아파트 관리사무소 소장과의 인터뷰를 통해서도 확인할 수 있었다. 따라서 ‘기존 기술과의 부합성’을 종량제 방식으로 개별 난방 방식을 활용했는지 여부로 측정하였다.

“그렇죠. 개별 난방 쓰던 주민들이 좀 더 그 방식에 관심이 많긴 하죠. 익숙하니까요. 그 전에도 자기들 집에서 나온 양만큼 돈 냈잖아요. 그러니까 이제 이게 이런 방식을 익숙하게 여기는 거죠...아가씨같아도 그럴 것 같잖아요. 하던 방식 계속 하고싶어하지 뭐.”

○○아파트 관리사무소 직원

조직적 요인에는 조직 규모, 조직의 재정적 풍부성, 조직 내부의 준비성의 세 변수를 포함하였다. 먼저 조직 규모 변수는 조직의 물리적 규모가 어느 정도인지를 나타내는 것으로 본 연구에서는 아파트 단지 내 존재하는 총 세대수로 조작적 정의하였다.

“아무래도 중간에 기계가 고장나거나 하는 일이 있을 수 있고, 주민들도 처음에는 어떻게 사용하는지 모르고 하니까....그리고 음식물 국물같은게 떨어질 수 있거든요. 카드도 잘 잃어버리고요. 잃어버리면 관리사무소에서 경비 직원들이 다 마스터카드 갖다가 열어주고 그러는거거든요. 그런거 다 환경 관리하고 하려면 당연히 경비원이나 사무소 있는 세대수 많고 규모 큰 아파트에서 밖에 도입할 수가 없다고 보시면 됩니다.”

○○구청 청소행정과 직원

조직의 재정적 풍부성은 조직이 기술 도입에 있어 발생할 수 있는 위험을 감수할 능력이 얼마나 큰지에 대한 것과 연관되는데, 재정적 풍부성이 높을수록 혁신 기술을 도입하고 활용할 가능성이 커진다(김상현, 2010). ○○구청 청소행정과 직원과의 인터뷰를 통하여 집값이 높은 아파트 단지에서는 RFID 개별계량 방식의 도입이 보다 용이할 수 있을 것이라는 의견을 들을 수 있었다. 따라서 본 연구에서도 평당 아파트 가격을 공동 주택 단지의 재정적 풍부성을 측정하기 위한 조작적 정의로 설정하였다.

“집값 높고 잘 사는 동네는요, 뭐 무슨 방식 쓰건 별로 신경 안 써요. 쓰레기 치우고 하는데 뭐 돈이 얼마나 많이 더 들겠어요. 좋은게 좋은거죠. 구청에서 하라고 하면 하는게 좋은거고. 좋으니까 하라고 하는거일거 아닙니까. 아무래도 이 동네는 이런말하기 그렇지만 대한민국에서 제일 잘 사는 동네 중에 하나잖아요. 그러니까 아무래도 관대하죠 뭘 갖고쓰건간에.”

조직 내부에서 혁신 기술 도입을 위한 준비가 얼마나 되어 있느냐를 나타내는 조직 준비성 변수는 ‘자치관리 여부’와 ‘경비관리 인원 수’의 두 가지로 조작적 정의하였다. 먼저 자치관리 변수의 경우 아파트 관리 방식으로 자치 관리 방식을 택하고 있는지 혹은 위탁관리 방식을 택하고 있는지에 관한 것 조직 내부에 혁신 기술 도입에 대한 공감과 의지가 존재하는지 여부(Kinsella, 2003)와 관련있다고 할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 RFID 기술의 도입의 결정은 아파트 단지의 공청회와 주민회의를 통하여 이루어진다. 따라서 아파트 주민들이 자치관리 위원회를 조직하여 단지 관리를 하는 단지에서는 RFID 기술의 도입이 보다 적극적으로 결정될 것이라고 예상하였다.

“애초에 구청에서 홍보를 할 때 이게 도입하는거를 주민들이 자치적으로, 알아서 정하라고 뭐 그러고...공청회같은거 하는데 우리가 주로 그런데 주민 대표를 보낸다고. 우리 아파트는 자치관리하니까 아무래도 더 자주 모일거 아녜요. 그러니까 그런데 누구 보내서 듣게 할 건지 할건지 말건지 정하는 것도 쉬웠지요. 뭐 갈 사람이 정해져있고 모여서 얘기하기 쉬우니까요. 자치관리회가 있으니까는. 계속 모이잖아요. 주민들끼리도 다 친하고 잘 알 수밖에 없지.”

○○아파트 경비관리소장

마지막으로 경비 관리 인원의 경우 조직 내 기술 도입 여건에 관련한 변수라고 할 수 있다. Asif and Mandviwalla(2005)는 혁신의 원활한 도입을 위하여 조직 내부적 준비가 충분해야함을 강조한다. 본 연구에서는 아파트 경비관리소장 및 구청 직원과의 인터뷰를 통하여 경비 관리 인원 수가 RFID 도입에 영향을 미치는 요인임을 확인할 수 있었다. 인터뷰에서 알 수 있는 바와 같이 아파트 단지에서 RFID 쓰레기 종량제와 관련한 관리는 실질적으로 경비 관리 사무소를 중심으로 하여 이루어졌으며, 자치구청 또한 경비 관리 인력이 충분하지 않다고 판단되는 단지에서는 기술 도입 신청을 반려했던 것을 알 수 있다.

“그거 관리 우리가 다 하는겁니다. 경비원들이이 주민들 그거 카드 이용하고 그러게끔 도와주기도 하고 저기 뭐냐, 청소도 우리가 하잖아요. 경비원들 없으면 그거 관리 전혀 못해요. 고장도 나고 그러니까....카드도 분실하고 그러면 그거 누가 당장 해결해주겠어요?”

○○아파트 경비관리소장

“경비원들 없으면 관리가 일단 안되니까요. 저희가 처음에 기술 도입 신청 단지 받을때도 경비 사무소 있고 관리 인원 충분한 곳에서 우선적으로 신청하시라고 홍보했습니다. 경비 사무소 없는 공동주택에서는 도입 처음에 못하게 했었다고 보시면 됩니다.”

○○구청 청소행정과 직원

마지막으로 환경적 요인의 경우 ‘정부 정보 제공’ 변수로 다시 조작화하였다. 정부 정보 제공에 대한 변수는 자치구 정부에서 RFID 기술의 유용성에 대한 정보를 얼마나 제공하고 있는지에 대한 것으로, ‘RFID 도입일 전까지 각 자치구청 홈페이지에서 ‘RFID’라는 키워드로 검색되는 문서의 총 건수’를 아파트 단지별로 검색 및 계산하여 조작화하였다. 자치구청 홈페이지 글 건수가 중요함을 인터넷을 통해서도 확인할 수 있었다.

“저희가 공청회를 하는데요. 공청회를 해야 주민들한테 설명을 하고 그래야 또 신청을 받고 하거든요. 그런데 공청회나 뭐 이런 자료를 다 저희 구청 홈페이지에 주로 업데이트합니다. 요새는 다들 인터넷 하시니까요, 다들 인터넷으로 확인하시니까 보시라고 올리죠. 아무래도 공청회가 많이 있고 한 달에는 더 글을 많이 올리지요.”

○○구청 청소행정과 직원

“홈페이지예요? 뭐 이것저것 많이 올립니다. 주로 저희 홍보 자료랑 또 뭐 공청회 자료 올리고요. 또 많이 필요로 하시는 것 올리지요. 언론에 우리 구 기사 올라오면 그런 것 링크로 해서 올리기도 하고.”

xx구청 청소행정과 직원

<표 3-2> 변수의 측정

	변수		개념	정의	출처
종속 변수	RFID 개별계량 도입 여부		2016년 10월 1일을 기준으로 하여 각 아파트 단지에서 RFID 개별계량방식이 도입되었는지 여부	1 = 도입함 0 = 도입하 지 않음	자치구청 , 서울시
독립 변수	기술적 요인	배출 수수료 차이	쓰레기 단위당 RFID 개별계량 방식 배출 수수료와 기존방식 배출 수수료 차이	숫자	자치구청
		개별 난방 여부	난방방식	개별난 방방식 =1 중앙난 방방식 =0	국토해양 부 공동주택 관리시스 템
	조직적 요인	세대수	단지 내 세대 수	숫자	한국 감정원
		아파트 가격	평당 아파트 가격(단위: 만원)	숫자	
		자치 관리	자치관리 여부	자치관 리=1, 위탁관 리=0	국토 해양부 공동주택 관리 시스템
		경비 관리 인력	경비관리 인력수	숫자	
	환경적 요인	홈에이 지 게시글	2015년 10월을 기준으로 자치구청 홈페이지에 올라와있는 RFID 개별계량방식 관련 글 수	숫자	자치구청 홈페이지



## 제 4절 실증분석

### 1. 기초통계분석

#### 1) 종속변수의 기초통계분석

종속변수인 ‘RFID 개별계량 방식 도입 여부’에 대한 기초통계분석 결과는 다음과 같다. 먼저 아래 <표 3-3>는 2015년 10월을 기준으로 서울시 내 25개 자치구의 RFID 도입 현황을 나타낸 것이다. 25개 자치구 중 전혀 RFID 방식을 도입하고 있지 않은 구는 모두 일곱 개로, 강남구, 강북구, 관악구, 구로구, 도봉구, 마포구, 그리고 은평구가 이에 해당한다. RFID 도입에 가장 적극적인 자치구는 송파구와 영등포구로 각각 105개와 104개 아파트 단지에서 RFID 기술을 도입하고 있었다. RFID를 활용하고 있는 자치구 중 가장 기술을 적게 활용하고 있는 구는 강서구, 광진구, 마포구, 중구의 네 개 구로, 세 개의 아파트 단지에서 도입하고 있었다.

<표 3-3> 자치구별 음식물 쓰레기 종량제 도입 현황

자치구	RFID 개별계량	RFID 차량계량	쓰레기 봉투	납부필증	Total
강남구	0	0	146	0	146
강동구	2	0	10	69	81
강북구	0	0	0	40	40
강서구	3	0	134	0	137
관악구	0	0	0	56	56
광진구	3	0	0	50	53

구로구	0	0	111	0	111
금천구	33	0	0	0	33
노원구	37	0	0	153	190
도봉구	0	89	0	0	89
동대문구	4	0	0	74	78
동작구	0	0	0	84	84
마포구	0	88	0	0	88
서대문구	34	0	0	15	49
서초구	8	0	103	0	111
성동구	4	0	0	68	72
성북구	24	0	0	78	102
송파구	105	0	0	2	107
양천구	17	0	84	0	101
영등포구	104	0	5	0	109
용산구	6	0	0	31	37
은평구	0	0	0	91	91
종로구	7	0	9	0	16
중구	3	0	0	24	27
중랑구	36	0	0	37	73
Total	430	177	602	872	2081

종량제 방식 별로 도입 현황을 살펴보면, 먼저 음식물 쓰레기 종량제 방식 중 가장 광범위하게 활용되고 있는 방식은 납부필증 방식으로 2081개 단지 중 872개 단지에서 활용되고 있었다. 다음으로 RFID 개별계량 방식의 경우 2081개 아파트 단지 중 430개 단지에서 도입되고 있었다. 네 가지 종량제 방식 중 가장 저조한 도입 비율을 보인 것은 RFID 차량계량 방식으로 현재 오직 마포구와 도봉구에서만 활용되고 있다.

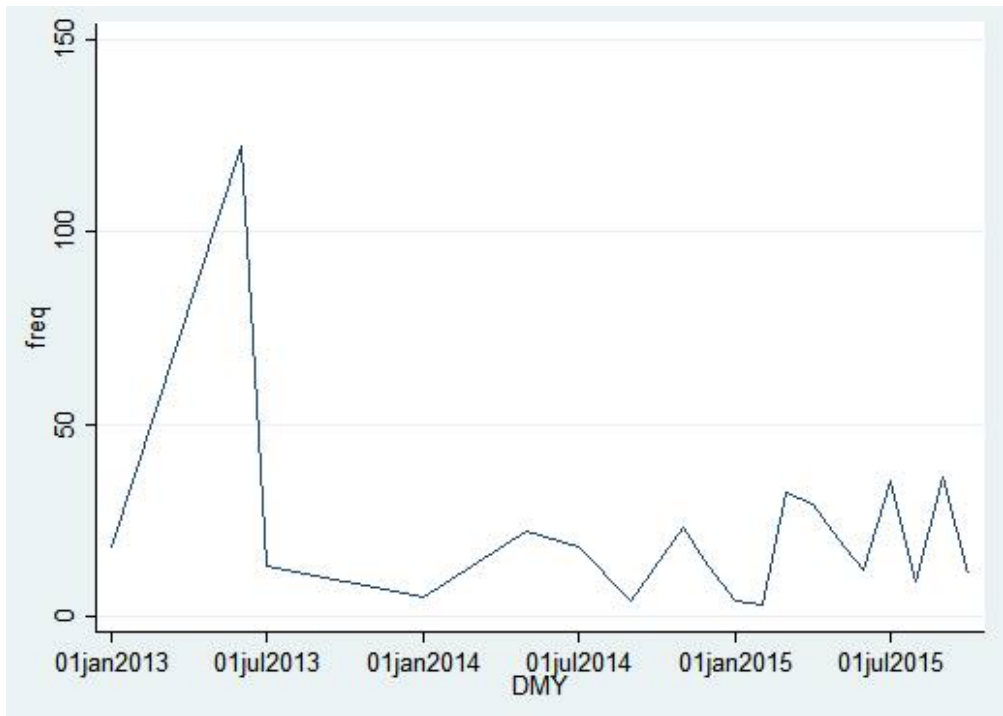
RFID 개별계량 방식을 도입한 아파트 단지들을 중심으로, 2013년 1월 1일을 기준으로 도입에 걸린 시간에 대한 히스토그램을

그러보면 아래 <그림 3-12>과 같다. 그림에서 보여지는 바와 같이 2013년 1월 1일부터 약 200일까지 도입이 집중적으로 이루어지다가 도입이 소강 상태에 접어들고 있다. 이후 500일을 전후하여 다시 도입이 점차 이루어지는 양상을 보이고 있다.

**<표 3-4> 도입시기별 음식물 쓰레기 종량제 도입 현황**

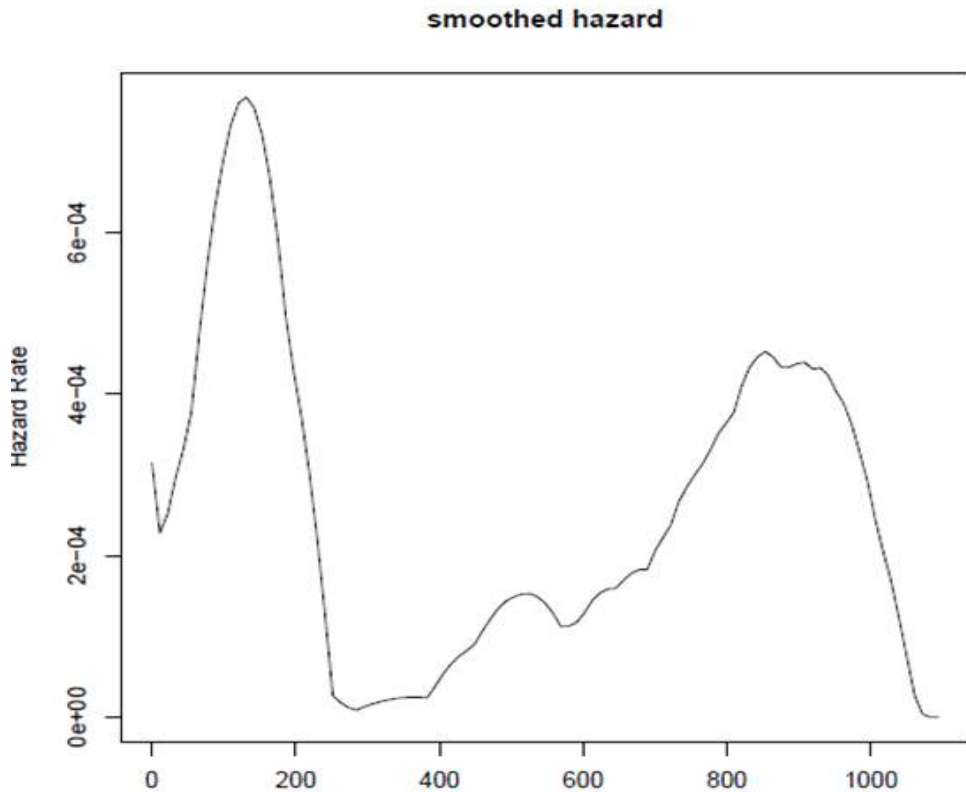
adoption date	Freq.	Percent
2013-01-01	18	0.865
2013-06-01	122	5.863
2013-07-01	13	0.625
2014-01-01	5	0.240
2014-05-01	22	1.057
2014-07-01	18	0.865
2014-09-01	4	0.192
2014-11-01	23	1.105
2014-12-01	13	0.625
2015-01-01	4	0.192
2015-02-01	3	0.144
2015-03-01	32	1.538
2015-04-01	29	1.394
2015-05-01	20	0.961
2015-06-01	12	0.577
2015-07-01	35	1.682
2015-08-01	9	0.432
2015-09-01	36	1.730
2015-10-01	11	0.529
도입되지 않음	1652	
Total	2081	100

<그림 3-12> 도입 시점 히스토그램



RFID 도입을 사망(failure)로 보고 도입에 대한 위험함수(hazard function) 그래프를 그려보면 아래 <그림 3-13>과 같다. 그림에서 X축은 2013년 1월 1일을 기준으로 한 시간의 흐름을, Y축은 위험률(hazard rate)을 나타낸다. 그림에서 보여지고 있는 바와 같이 도입에 대한 위험 함수 그래프도 히스토그램의 경우와 유사하게 나타난다.

<그림 3-13> 도입 위험 함수 그래프



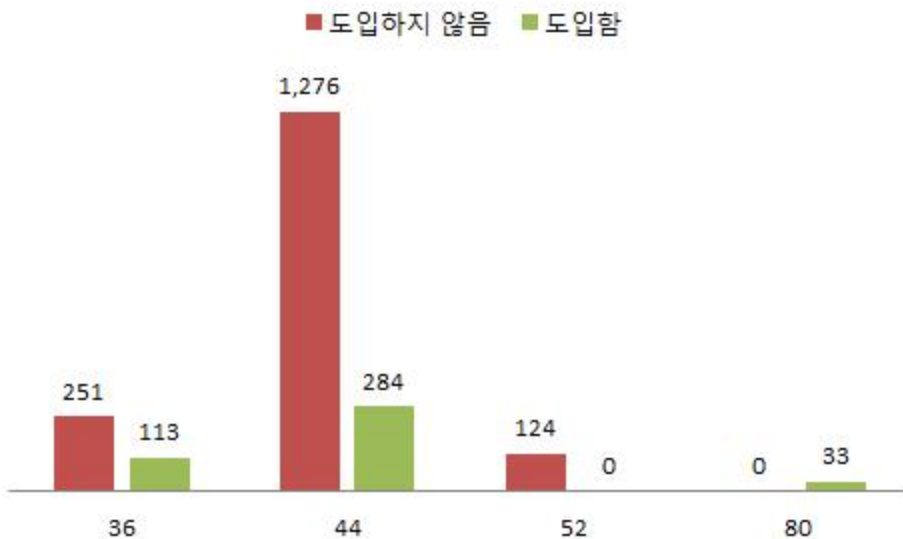
다음으로 수수료 차이에 따른 RFID 개별계량 방식 도입현황을 살펴보았다. 수수료 차이는 아파트 단지에서 기존에 사용하고 있는 음식물 쓰레기 종량제 방식과 RFID 방식의 배출 수수료 차이이다. 수수료 차이가 가장 작은 단지에서는 36원의 차이가 났으며 가장 큰 단지에서는 80원의 차이가 났다. 수수료 차이가 80원인 아파트 단지들은 금천구에 위치하고 있는 단지들로 음식물 쓰레기 배출 수수료가 1Kg당 20원에 불과하였다. 배출 수수료 차이가 44원인 아파트 단지에서 RFID 개별계량 방식의 도입이 가장 활발하게 이루어

어졌다.

<표 3-5> 수수료 차이에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황

수수료 차이	도입하지 않음	도입함	Total
36	251	113	364
44	1,276	284	1,560
52	124	0	124
80	0	33	33
Total	1,651	430	2,081

<그림 3-14> 수수료 차이에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황



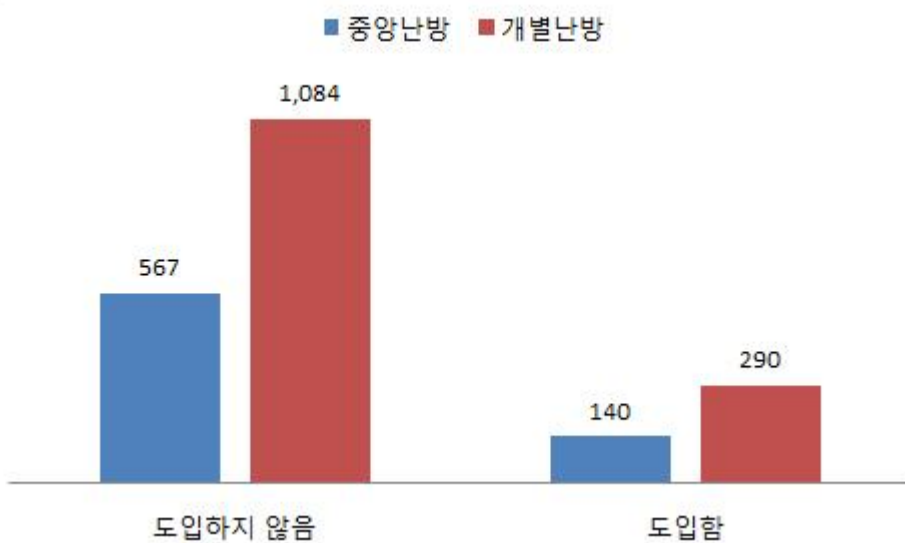
다음으로 개별난방 방식 사용 여부에 따른 RFID 도입 현황을 알아보았다. 아래 <표 3-6>에서 보여지고 있는 바와 같이 중앙난방 방식을 활용하고 있는 단지 707개 중 567개 단지에서 RFID 개

별계량 방식을 도입하지 않았으며 140개 단지에서 도입하였다. 개별 난방 방식의 경우 전체 1374개 단지 중 290개 단지에서 도입하였으며 1084개 단지에서는 RFID 개별 계량 방식을 활용하지 않았다.

**<표 3-6> 난방방식에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황**

개별난방여부	도입하지 않음	도입함	Total
중앙난방	567	140	707
개별난방	1,084	290	1,374
Total	1,651	430	2,081

**<그림 3-15> 난방방식에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황**



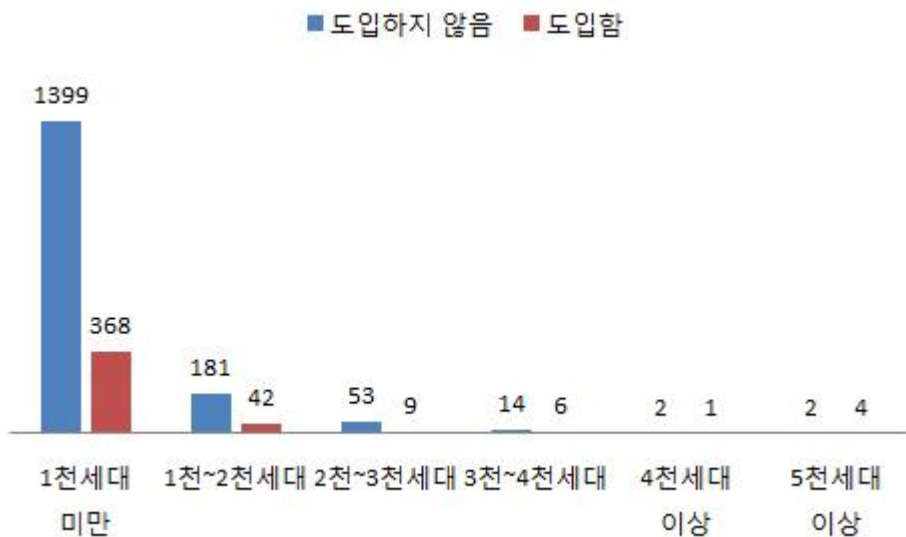
아파트 단지 내 세대수에 따른 도입 현황을 알아보면 아래 **<표 3-7>**와 같다. 표에서 보여지는 것과 같이 RFID 개별계량 방식의 도입은 1천세대 미만의 아파트 단지에서 가장 활발히 이루어졌

다. 다음으로 1천~2천 세대 단지 중 42개 단지가 RFID 개별계량 방식 도입하였다.

<표 3-7> 단지규모에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황

	도입하지 않음	도입함	Total
1천세대 미만	1399	368	1767
1천~2천세대	181	42	223
2천~3천세대	53	9	62
3천~4천세대	14	6	20
4천세대 이상	2	1	3
5천세대 이상	2	4	6
Total	1651	430	2081

<그림 3-16> 단지규모에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황





다음으로 평당 아파트 평균 가격에 따라 RFID 개별계량 방식이 어떻게 달라지고 있는지를 살펴보았다. 본 연구의 대상인 아파트 단지들은 평당 평균 가격이 200만원대에서부터 1300만원 이상까지 분포하여있다. 평균 가격 100만원 단위로 아파트 단지들을 범주화한 뒤, 각 집단 별로 RFID 도입이 어떻게 달라지는지를 살펴보면 아래 <표 3-8>와 같다. 포에서 나타나고 있는 바와 같이 평당 평균 가격이 500만원에서 600만원 사이의 아파트 단지에서 가장 도입이 활발하게 이루어졌으며 그 다음으로 400만원에서 500만원 사이 단지에서 활발하였다. 평당 평균 가격이 1200만원에서 1300만원 사이인 아파트 단지의 경우에도 19개 단지 중 3개 단지에서 도입이 이루어져 상당히 높은 비율로 RFID 개별계량 방식을 활용하고 있음을 알 수 있다.

**<표 3-8> 아파트 평균 가격 따른 RFID 개별계량방식 도입현황**

	도입하지 않음	도입함	Total
200-300만원	4	0	4
300-400만원	130	29	159
400-500만원	384	115	499
500-600만원	457	137	594
600-700만원	37	11	48
700-800만원	91	37	128
800-900만원	54	9	63
900-1000만원	46	10	56
1000-1100만원	36	5	41
1100-1200만원	26	3	29
1200-1300만원	16	3	19
1300만원이상	34	3	37

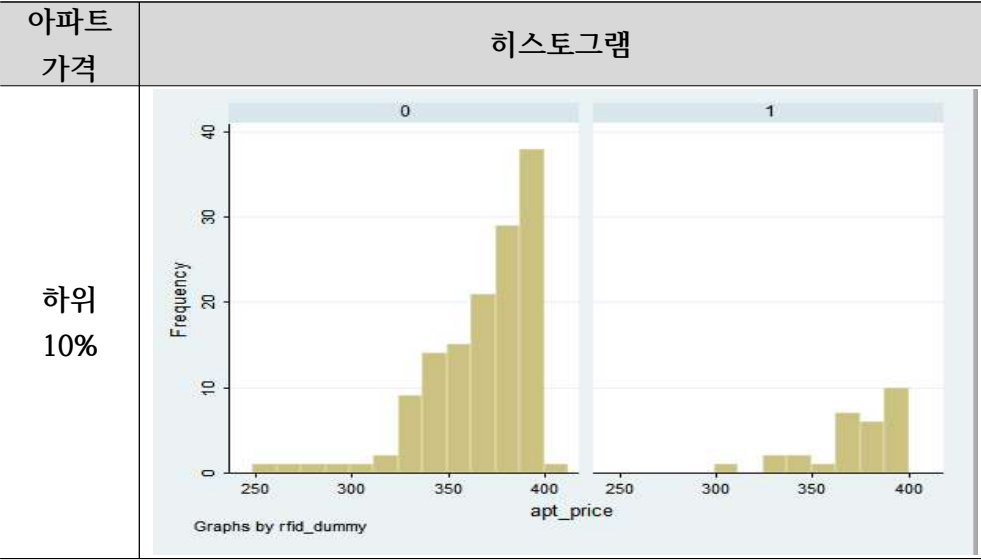
<그림 3-17> 아파트 평균 가격에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황

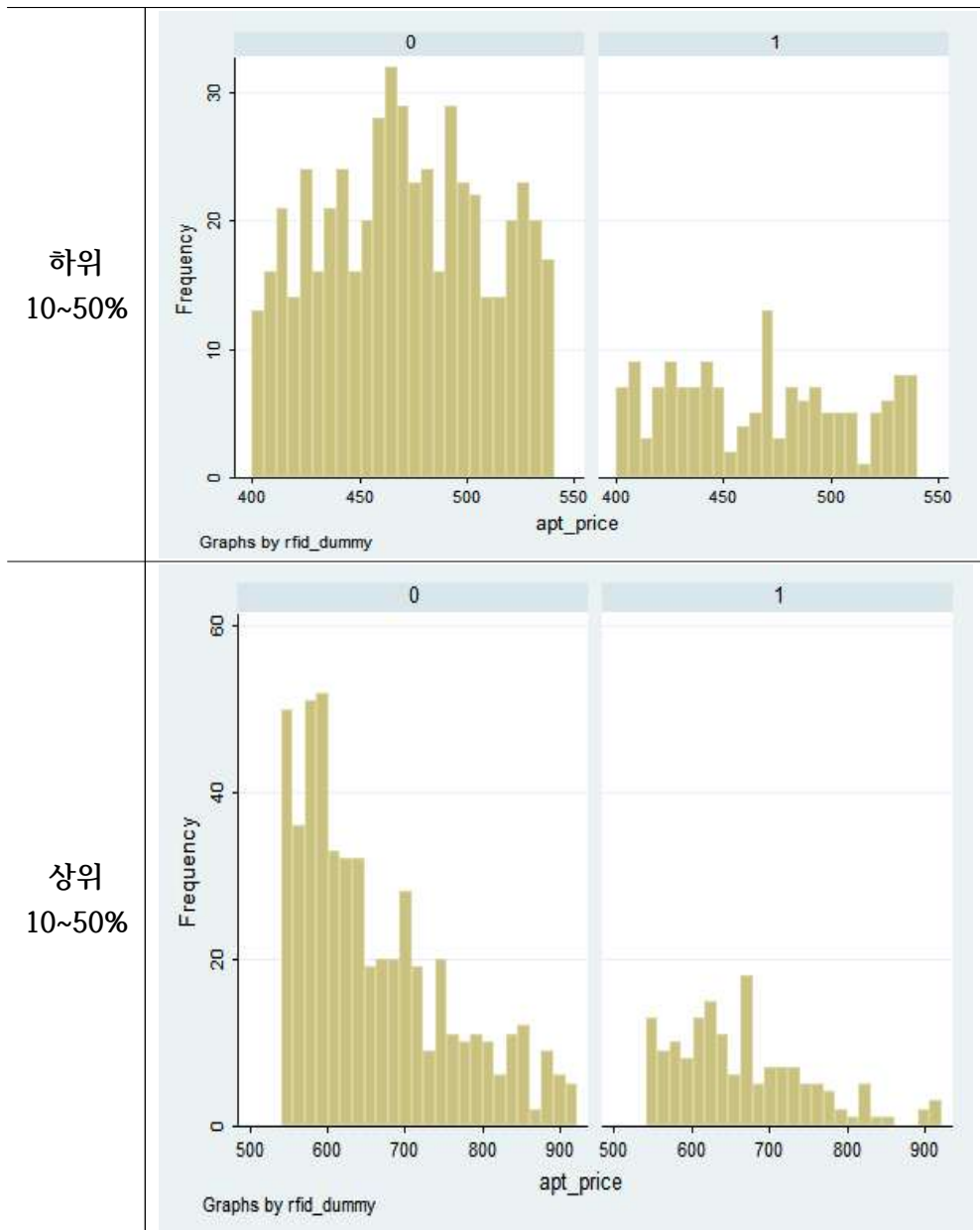


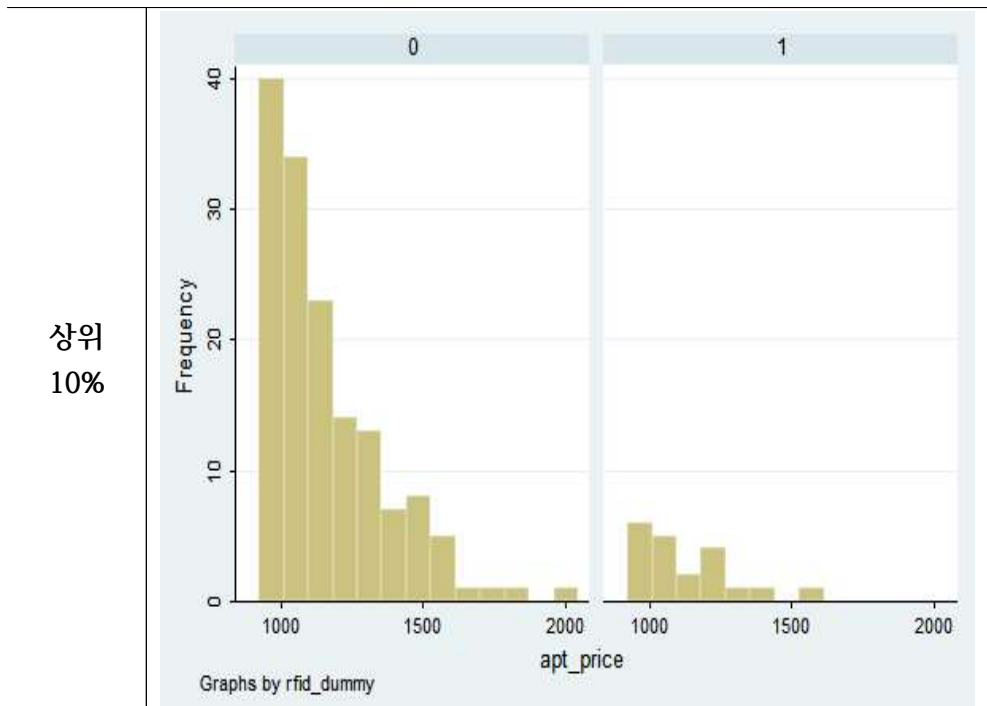
평당 아파트 가격은 입주인들의 소득 수준을 알 수 있는 중요한 대리 변수(proxy variable)이므로 좀 더 세분화하여 히스토그램을 그려보았다. 먼저 평당 아파트 가격을 기준으로 하여 아파트 단지들을 하위 10% 그룹, 하위 10~50% 그룹, 상위 10~50% 그룹, 그리고 상위 10%의 네 그룹으로 범주화하였다. 아래 <표 3-9>은 각 그룹의 RFID 도입 현황을 나타내는 히스토그램이다. X축은 아파트 평당 평균 가격을 나타내며 Y축은 빈도를 나타낸다. 또한 네 그룹 모두에서 좌측 히스토그램은 RFID 개별계량 방식을 도입하지 않은 단지들의 빈도 히스토그램이며 우측 히스토그램은 RFID 방식을 도입한 단지들의 빈도 히스토그램이다. 그림에서 보여지는 바와 같이 하위 10% 그룹의 경우 평당 평균 가격이 올라갈수록 도입이 많

이 이루어지는 반면, 하위 10~50% 그룹에서는 아파트 가격과 RFID 도입 사이의 특정한 경향성이 관측되지 않는다. 또한 상위 10~50% 그룹과 상위 10% 그룹에서는 아파트 평당 평균 가격이 낮을수록 더 RFID 방식이 많이 도입되고 있다.

〈표 3-9〉 아파트 평균 가격에 따른 4개 그룹의 히스토그램





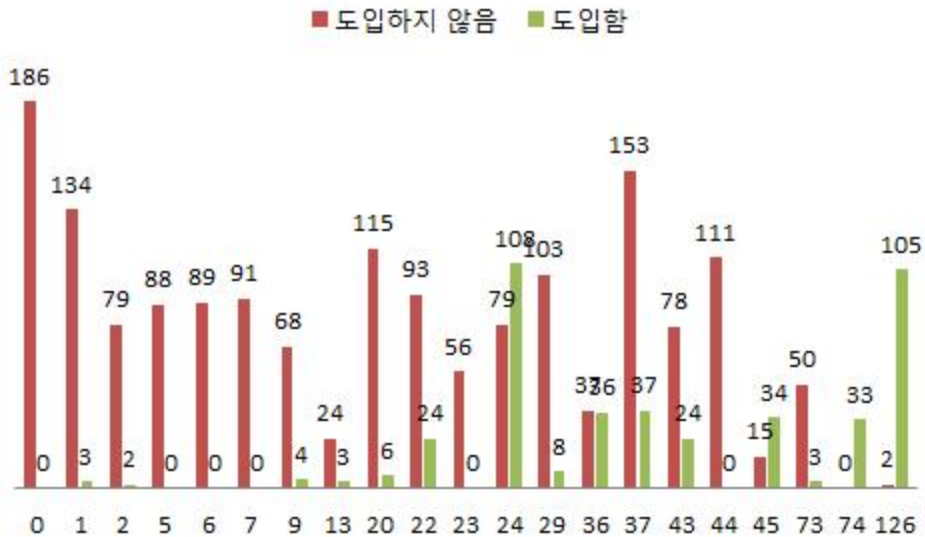


마지막으로 자치구가 2015년 10월 31일을 기준으로 자치구청 홈페이지에 RFID 개별계량 방식과 관련한 게시글을 몇 개나 올렸는지를 중심으로 도입현황을 살펴보면 아래 <표 3-10>와 같다. 먼저 자치구에서 RFID 관련 글을 하나도 게시하지 않은 자치구에서는 어떤 아파트 단지에서도 RFID 개별계량 방식을 도입하지 않았다. 가장 많은 수의 아파트 단지에서 RFID 개별계량 방식을 도입한 자치구의 경우 24개의 글을 홈페이지에 업로드하였으며, 다음으로 126개 글을 업로드한 자치구에서 105개 아파트 단지가 RFID 개별계량 방식을 선택하였음을 알 수 있다.

<표 3-10> 홈페이지 게시글 수에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황

게시글 수	도입하지 않음	도입함	Total
0	186	0	186
1	134	3	137
2	79	2	81
5	88	0	88
6	89	0	89
7	91	0	91
9	68	4	72
13	24	3	27
20	115	6	121
22	93	24	117
23	56	0	56
24	79	108	187
29	103	8	111
36	37	36	73
37	153	37	190
43	78	24	102
44	111	0	111
45	15	34	49
73	50	3	53
74	0	33	33
126	2	105	107
Total	1,651	430	2,081

<그림 3-18> 홈페이지 게시글 수에 따른 RFID 개별계량방식 도입현황



## 2) 독립/통제변수의 기초통계분석

### (1) 연속형 변수의 기초통계분석

독립변수 중 연속형 변수들의 기초통계분석 결과는 아래 <표 3-11>와 같다. 먼저 독립변수 중 연속형 변수에 해당하는 배출수수료 차이, 세대수, 아파트 가격, 정부의 도입의지, 그리고 정부의 정부제공에 대한 변수에 대한 기초통계분석을 살펴보도록 하겠다. 먼저 배출 수수료 차이의 경우 전체 2081개 관측치의 평균값은 40.439, 최소값은 19, 최대값은 68원으로 나타났다. 아파트 단지 내 세대수 변수의 경우 전체 2081개 관측치 평균은 618.231세대였으며 최소값은 40세대, 최대값은 6894세대였다. 아파트 가격 변수는 평당

아파트 가격을 나타내며 단위는 1만원이다. 한국감정원에 등록되어 있는 아파트 가격 관측치는 1698개였으며 평균값은 979.602만원, 최소값은 248.372만원, 최대값은 14200만원이었다. 정부의 도입의지 변수는 2013년 1월 1일을 기준으로 각 자치구가 한국환경공단에 RFID 개별계량 방식을 신청하기까지 걸린 일 수를 나타낸다. 기초통계분석 결과 평균적으로 979.602일이 걸렸으며 최소값은 0일, 최대값은 1977일로 나타났다. 정부 정보 제공변수는 2015년 10월을 기준으로 각 자치구청에 RFID 개별계량과 관련하여 업로드된 글 개수를 나타낸다. 정부 정보제공 글 수의 경우 평균은 27.767개였으며 최대값은 126개였다. 마지막으로 경비관리 인력의 경우 평균적으로 한 아파트 단지에 15.882명이 근무하였으며 가장 많은 경비 인력이 근무하는 아파트 단지는 동대문구에 위치한 청량리신현대 아파트로 2944명이 근무하였다. 평균연령의 경우 전체 평균이 40.276세였으며 최소값은 35.2세, 최대값은 49.6세였다.

〈표 3-11〉 연속형 변수의 기초통계분석

변수	관측치	평균	Std. Dev.	최소값	최대값
배출 수수료 차이	2081	40.439	8.077	19	68
세대수	2081	618.231	651.566	40	6864
아파트 가격	1698	1851.295	12133.18	248.372	14200
정부 정보제공	2081	27.767	29.163	0	126
경비관리 인력	2081	15.8817	116.915	0	2944



다음으로 변수들간의 상관관계 분석을 통하여 계량 모형 안에 포함하지 않아야 하는 변수가 있는지 살펴보았다. 본 연구의 변수들 중 연속형 변수에 해당하는 배출 수수료 차이, 세대수, 아파트 가격, 정부 도입의지, 정부 정보제공, 그리고 경비관리인력 변수를 대상으로 하여 상관관계 분석을 실시하였다. 상관관계가 어느 정도 이상이어야 모형에서 삭제해야하는지에 대한 명확한 기준은 존재하지 않으나 일반적으로 두 변수의 상관관계가 0.8이상이면 다중공선성(multi-collinearity)가 발생할 가능성이 높다고 간주한다(남궁근, 2012). 상관관계 분석 결과는 아래 <표 3-12>와 같다. 표에서 보여지고 있는 바와 같이 모든 변수의 상관관계가 0.3 이하로 나타나 모든 변수를 계량 모형 안에 포함할 수 있음을 알 수 있다.

**<표 3-12> 연속형 변수의 상관관계 분석**

	배출 수수료 차이	세대수	아파트 가격	정부 도입의지	정부 정보제공	경비관리 인력
배출 수수료 차이	1					
세대수	-0.0215	1				
아파트 가격	-0.0601	0.0639	1			
정부 정보제공	-0.1664	0.0859	-0.0979	0.2478	1	
경비관리 인력	-0.009	0.0205	-0.006	0.004	0.034	1

## (2) 범주형 변수의 기초통계분석

범주형 변수의 기초통계분석 결과는 아래 <표 3-13>와 같다. 본 연구에 포함된 범주형 변수는 모두 두 가지로 쓰레기 봉투 방식을 활용하고 있는지 여부에 대한 변수와 자치관리 여부에 대한 변수이다. 먼저 쓰레기 봉투 방식 변수의 경우, RFID 개별계량 도입 이전에 쓰레기 봉투 방식을 활용하고 있었던 단지는 모두 774개 단지로 전체의 37.19%에 해당하였다. 쓰레기 봉투 방식 외에 납부필증과 RFID 차량계량 방식을 활용하는 단지는 1307개 단지로 62.81%를 차지하였다. 다음으로 자치관리 변수의 경우 전체 2081개 아파트 단지 중 277개 단지에서 자치관리 방식을 택하고 있었으며 1804개 단지에서는 위탁관리 방식을 택하고 있었다.

<표 3-13> 범주형 변수의 기초통계분석

	변수	빈도	퍼센트
개별난방	개별난방	1374	66.03
	중앙난방	707	33.97
자치관리	자치관리	277	13.31
	위탁관리	1804	86.69

## 2. 로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis)

다음으로 로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis)을 실시하였다. 본 연구의 로지스틱 회귀분석의 종속변수는 RFID 개별계량 방식을 도입하였는지 여부를 나타내는 이분형 변수로, 분석단위인 아파트 단지에서 RFID 개별계량 방식을 도입하였으면 1로, 도입하지 않았으면 0으로 표현된다. 도입 요인 도출을 위한 변수로는 크게 기술적 요인, 조직적 요인, 그리고 환경적 요인의 세 가지 종류의 변수들이 설정되었다. 기술적 요인의 경우 RFID 개별계량 도입을 위한 비용을 나타내는 ‘배출 수수료 차이’ 변수와 기존 제도와의 부합성 정도를 나타내는 ‘개별 난방 방식 사용’ 변수가 포함된다. 먼저 배출 수수료 차이의 경우 기존 음식물 쓰레기 종량제 방식에서의 배출 수수료와 RFID 개별계량 방식의 배출 수수료 차이가 작을수록 RFID 개별계량 방식을 도입할 확률이 높게 나타났다. 기존 음식물 쓰레기 종량제 방식과 RFID 개별계량 방식의 수수료 차이가 작다는 것은 RFID 개별계량 방식의 도입에 필요한 비용이 작다는 것을 의미한다. 따라서 이는 기술의 도입 비용이 낮을수록 도입이 용이하다는 선행연구의 결과(Teo et al., 2009)와 일치한다. 다음으로 기술적 요인에 해당하는 두 번째 변수인 ‘개별 난방’ 변수의 경우 유의미하지 않게 나타났다. 앞서 설명한 바와 같이 개별 난방 방식과 RFID 개별계량 방식의 공통점은 각 세대가 소비(쓰레기의 경우에는 배출)한 양에 비례하여 사용료(쓰레기의 경우에는 수수료)를 지불하는 세대별 종량제 방식을 택하고 있다는 점이다. 그러나 본 연구 결과를 통하여 기술의 양립 가능성이 혁신 기술 도입에 큰 영향을 미치지 못하고 있음을 알 수 있다.

조직적 요인에 해당하는 첫 번째 변수는 아파트 단지의 소득수준을 나타내는 ‘아파트 가격’ 변수이다. RFID 개별계량 방식은 기기 도입에 필요한 비용은 해당 자치구와 서울시에서 전액 지원하지만 쓰레기 배출 수수료는 기존 방식들에 비하여 높아지기 때문에 아파트 주민들의 재정 풍부성, 즉 소득 수준이 도입에 영향을 미칠 것이라고 예상하여 볼 수 있다. 그러나 재정이 풍부할수록 새로운 기술 도입이 원활해진다는 기존의 결과들과는 달리 본 연구에서는 아파트 가격이 낮을수록 도입 확률이 높은 것으로 도출되었다. 또한 평당 평균 아파트 가격과 도입 현황에 대한 기초 통계 분석결과를 보면, 서울시 아파트 단지 중 평당 평균 가격이 400만원에서 600만원 사이인 단지들이 가장 많았으며 전체 단지의 과반수를 넘는다. RFID 개별계량 방식의 도입도 이들 400만원에서 600만원 사이 단지들에서 가장 활발히 이루어졌다. 조직적 요인에 해당하는 두 번째 변수는 ‘조직의 규모’에 해당하는 아파트 단지 내 세대수 변수이다. 로지스틱 회귀분석 결과 아파트 단지 내 세대수 변수는 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 경비관리 인력의 변수 또한 유의미하게 나타나지 않았다. 서울시(2013)는 기계 작동 방식을 주민들에게 설명해 주고 기계 오작동시 발생할 수 있는 문제들에 대해 대처할 수 있는 인력이 필요하기 때문에 서울시 내 자치구청들에서는 아파트 관리사무소가 설치되어 있고 관리 인력이 풍부한 대단지 아파트들을 중심으로 도입을 독려하였다는 사실을 밝히고(서울시, 2013) 있음에도 불구하고 이는 유의미하게 나타나지 않았다. 반면 아파트 단지 내에서 자치관리 방식을 택하고 있는지는 매우 강력한 유의성을 지니고 있는 것으로 나타났다. 이는 Kinsella(2003)가 지적하고 있는 바와 같이 혁신 기술에 대한 긍정적 공감대와 도입 의지가 형성될 수 있

는 조직적 요건이 갖춰질수록 혁신의 도입과 전파가 용이해짐을 알 수 있다.

마지막으로 환경적 요인에 해당하는 변수는 정부의 도입 의지를 나타내는 정부 정보제공 변수가 있다. 정부 정보제공 변수는 각 단지가 위치한 자치구청에서 RFID 개별계량방식의 도입과 관련하여 각 자치구 홈페이지에 게시한 글의 개수를 나타내는데, 이는 매우 강력하게 RFID 개별계량 방식의 도입에 긍정적 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 따라서 정부가 제공하는 정보의 양이 많을수록 개별 주체들의 도입이 더 활발하게 이루어진다는 것을 알 수 있다.

<표 3-14> 로지스틱 회귀분석 결과

	변수	Coef,	Std. Err.
기술적 요인	배출 수수료 차이	<b>-0.024*</b>	0.014
	개별 난방	0.033	0.176
조직적 요인	아파트 가격	<b>-0.002***</b>	0.000
	세대수	0.000	0.000
	경비관리 인력	0.000	0.001
	자치관리	<b>0.384*</b>	0.202
환경적 요인	홈페이지 게시글	<b>0.044***</b>	0.003
_cons		-0.954	0.733
n of obs		1677	
LR Chi_squared		440.09	
Psuedo R_sqared		0.2515	

그렇다면 소득수준별 도입 요인은 어떻게 다를까? 아래 <표>는 평당 아파트 가격을 4개 수준으로 나누어 도입 요인 분석을 시도한 결과이다. 먼저 하위 10% 소득수준에 해당하는 아파트 단지의 경우 자치구가 제공하는 정책 정보가 유일하게 유의미한 도입 요인으로 도출되었다. 즉 자치구에서 홈페이지를 통하여 정보를 많이 제공할수록 RFID 방식을 도입할 확률이 높아진다. 이는 상위 10%에 해당하는 아파트 단지에서도 동일하게 나타났다. 다음으로 하위

10~50% 수준에 해당하는 아파트 단지에서는 배출 수수료 차이가 적을수록 도입 확률이 높았다. 즉 이는 기술 도입의 비용이 적을수록 도입이 활성화된다는 의미로 해석하여 볼 수 있다. 또한 하위 10%, 상위 10%의 단지들의 경우에서와 마찬가지로 자치구의 홈페이지 게시글 수가 많을수록 RFID 방식을 도입할 확률이 높았다. 상위 10~50% 단지에서 RFID 도입을 좌우하는 것은 세대별 종량제를 기반으로 한 개별 난방 방식을 활용하고 있는지 여부였다. 개별 난방 변수는 매우 강력하게 유의미한 변수로 도출되었으나 부호는 (-)이다. 이는 세대별 종량제 방식에 대한 경험이 없을수록 RFID 방식을 선호할 확률이 높다고 해석하여 볼 수 있다. 또한 상위 10~50% 단지에서는 아파트 가격이 낮을수록 RFID가 도입될 확률이 높았다. 이는 서울시에서 가장 아파트 가격이 높은 강남구와 서초구에서 RFID 방식의 도입을 꺼려하고 있는 것에서 이유를 찾을 수 있다. 특히 강남구의 경우 현재 자치구 전 지역에서 RFID 방식을 전혀 사용하고 있지 않으며, 앞으로도 활용할 계획이 없다는 점을 자치구 공무원과의 인터뷰를 통하여 확인할 수 있었다. 마지막으로 상위 10~50% 단지에서도 자치구의 홈페이지 게시글 변수는 여전히 매우 강력하게 유의하였다.

<표 3-15> 아파트 그룹별 로지스틱 회귀분석 결과

요인	변수	하위 10%		하위 10~50%		상위 10~50%		상위 10%	
		Coef,	Std. Err.	Coef,	Std. Err.	Coef,	Std. Err.	Coef,	Std. Err.
기술적 요인	배출 수수료 차이	0.046	0.037	<b>-0.240***</b>	0.061	0.000	0.018	0.069	0.047
	개별 난방	0.820	0.950	0.406	0.282	<b>-0.520***</b>	0.256	-1.762	1.337
조직적 요인	아파트 가격	0.011	0.010	0.002	0.003	<b>-0.002***</b>	0.001	-0.002	0.003
	세대수	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
	경비관리 인력	-0.013	0.041	0.000	0.001	0.000	0.001	-0.056	0.078
	자치관리	0.042	0.647	0.407	0.337	0.508	0.331	-0.368	1.009
환경적 요인	홈페이지 게시글	<b>0.126**</b>	0.030	<b>0.054**</b>	0.007	<b>0.038**</b>	0.003	<b>0.061**</b>	0.016
_cons		-13.031	5.009	6.372	2.893	-0.933	1.273	-4.865	4.320
n of obs		163		674		672		168	
Psuedo R_sqared		59.21		136.75		220.01		80.71	



## 제 5절 소결

본 연구에서는 서울시 아파트 단지를 전수조사하여 RFID 개별계량 방식 도입에 영향을 미치는 요인을 도출하고자 하였다. 주요 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 먼저 서울시 아파트 단지 전체를 대상으로 한 분석에서 배출 수수료 차이가 적을수록, 아파트 가격이 낮을수록 RFID 방식을 도입할 확률이 높은 것으로 나타났다. 또한 자치 관리를 실시하고 있고 단지가 위치한 자치구의 홈페이지 게시글 수가 많을수록 RFID 방식이 채택될 확률이 높았다. 분석 결과를 바탕으로 정책적 제언을 제시하면 다음과 같다. 먼저 배출 수수료의 경우, 현재 서울시 모든 자치구에서 RFID 개별계량 방식의 배출 수수료를 1Kg당 100원으로 설정하고 있다. 그러나 급격한 배출 수수료 차이는 오히려 RFID 방식의 도입을 저해하는 요소가 될 수 있다. 따라서 점진적인 수수료 인상이 필요할 것으로 생각된다. 뿐만 아니라 향후 아파트 가격이 비싸지 않은 아파트 단지들을 주로 타겟팅할 필요가 있다. 특히 자치 관리 위원회를 중심으로 한 지속적인 정책 홍보가 필요하다.

소득수준 별로 진행한 로지스틱 회귀분석 결과를 통해서는 다음과 같은 정책적 제언을 제시할 수 있다. 먼저 소득이 아주 낮거나 아주 높은 아파트 커뮤니티에서는 정부의 정책 홍보가 유일하게 유의미하였다. 따라서 향후 홈페이지 뿐만 아니라 다양한 방법을 통한 정책 홍보를 실시하여 RFID 도입을 견인할 필요가 있다. 하위 10~50%에 해당하는 아파트 단지에서 가장 중요하게 생각하는 것은 RFID 도입 시 발생하는 비용이다. 즉 이들 단지에서는 도입 비용이 저렴할수록 RFID 방식을 도입할 가능성이 높았다. 이는 소득이 낮

을수록 경제적 합리성에 더 많은 가치를 부여한다는 Mishra(1990)의 연구결과와 일치한다. 따라서 이들 단지에 대해서는 점진적인 수수료 인상을 통하여 도입 비용에 대한 체감을 낮출 필요가 있다. 뿐만 아니라 다른 모든 경우와 마찬가지로 정부의 홈페이지 게시글이 주요한 변수로 도출되어 정부의 정책 홍보 중요성을 또 한번 확인할 수 있었다. 마지막으로 상위 10~50%에 해당하는 아파트 단지의 경우 세대별 종량제에 대한 경험이 없을수록 RFID를 도입할 확률이 높았다. Papadakis(1993), Svallfors(1995)와 같이 현대 중산층의 소비 행위와 관심사(interest)를 연구한 다수의 연구들은 안정적 소득을 바탕으로 경제적 풍요를 누리는 중산층들의 의사결정은 경제적 합리성보다는 오히려 평등(equity)과 같은 가치(value)에 기반하여 내려지는 경우가 많다. 즉 본 연구결과에서도 확인할 수 있듯이 단지별 종량제를 실시하고 있는 단지일수록 RFID 방식을 도입할 확률이 높았다. 이는 중산층들이 주로 거주하는 아파트 단지의 경우 RFID 방식을 음식물 쓰레기 감량이나 수수료 절감의 시각에서보다는 ‘평등’과 ‘무임승차의 방지’라는 측면에서 접근하고 홍보해야 함을 의미한다.



## 제 4장 세대별 종량제 도입효과 분석

### 제 1절 서론

본 연구의 목표는 RFID 개별계량 방식에서 활용되고 있는 정책수단인 세대별 종량제의 음식물 쓰레기 감량 효과를 밝힘으로써 RFID 개별계량 방식의 도입 근거를 마련하는 것이다. 특히 본 연구에서는 음식물 쓰레기 종량제에 부과되는 수수료를 아파트 단지별로 부과할 경우와 아파트 개별 세대별로 부과할 때 음식물 쓰레기 배출량에 차이가 있는지를 실증적으로 분석해보고자 한다. 인센티브 이론에 의하면, 집단이나 지역 단위로 오염세와 같은 사회적 비용유발 행위에 대한 요금을 부과할 경우, 무임승차 및 사회적 태만의 발생으로 인하여 요금 부과에 따른 비용유발행동에 대한 억제 기제가 제대로 작동하지 않을 수 있다. 따라서 이 경우 오염행위를 유발한 각 개인에 대한 개인 인센티브를 부과하는 것이 하나의 대안으로 제시될 수 있다. 이에 본 연구는 서울시 아파트 단지에서 시행되는 음식물 쓰레기 종량제 요금부과방식을 중심으로 단지별 부과방식과 세대별 부과 방식에 따른 음식물 쓰레기 감량의 차이를 분석함으로써, 위 주제에 대한 하나의 실증 사례를 소개하고자 한다.

이를 위하여 본 연구에서는 2013년 6월부터 2016년 7월까지를 연구의 시간적 범위로 하여 서울시 마포구에서 단지별 종량제 방식을 활용하고 있는 아파트 단지 61개와 단지별 종량제에서 세대별 종량제로 종량제 방식을 전환한 단지 12개의 월별 음식물 쓰레

기 배출량을 이중차감법(Diffence in Difference)을 이용하여 분석하였다.

본 연구의 필요성은 크게 네 가지로 분류하여볼 수 있다. 첫째, 성과 평가의 정확성을 기반으로 개인 인센티브(individual incentive)의 효과를 보다 면밀한 관점에서 분석하여 볼 수 있다. 개인 인센티브는 집단 인센티브가 야기하는 무임승차(free riding)현상과 사회적 태만(social loafing)을 가장 효과적으로 방지할 수 있는 수단으로 여겨져왔다(Kerr, 1983). 그러나 개인 인센티브의 효과를 면밀히 검증하기 위해서는 개인의 성과를 먼저 정확하고 객관적으로 측정할 수 있어야 한다(Burgess and Rato, 2003). 현재까지의 선행연구들은 주로 개인의 성과를 담당 학생들의 성적 향상(Burgess and Rato, 2003), 상사로부터의 업무평가(Meyer, 1975)와 같이 주관적이고 간접적인 지표를 통하여 측정하였다. 세대별 쓰레기 종량제의 효과를 연구한 Houtven and Morris(1999)의 경우에도 각 세대가 일주일간 배출한 쓰레기량을 직접 리포트하게 하는 제한적인 방식으로 성과를 측정하였다. 개인 인센티브에 기반한 폐기물 쓰레기 종량제 효과를 다룬 우리나라 연구들의 경우에도 데이터 수집의 한계로 인하여 분석단위가 광범위하게 설정되었다. 정광호 외(2007)는 폐기물 쓰레기 종량제 효과 분석을 위하여 광역 시/도를 분석 단위로 설정하고 정액제 방식의 배출량과 비교하였다. RFID를 활용한 음식물 쓰레기 종량제의 효과를 연구한 이민상과 조준택(2013)의 경우에도 광역 시/도를 분석단위로 설정하였다. 그러나 이러한 경우 쓰레기 배출원(原) 별 쓰레기 배출량을 구분할 수 없어 분석의 편의가 발생할 수밖에 없다. 음식점 등 상업적 목적의 배출원과 아파트 단지의 배출 양상이 같을 수가 없기 때문이다. 개인의 성과 평가가

이러한 방식으로 이루어졌던 가장 큰 이유는 현실적으로 각 개인의 성과를 공정하고 객관적인 방식으로 측정하고 평가하는 것이 매우 어렵기 때문이다(Shepherd, 1989). 집단 인센티브(group incentive)의 우월성을 주장하는 학자들은 개인의 성과 측정이 어렵다는 점을 들어 집단 인센티브가 가장 현실적으로 우월한 체제임을 주장한다. 개인의 성과보다 집단의 성과를 통합하여 측정하는 것이 용이하기 때문이다. 실제로 그러나 본 연구의 배경인 RFID 개별계량 방식의 도입을 통하여 아파트 단지 내 각 세대가 한달동안 배출한 음식물 쓰레기 배출량을 정확하게 계량할 수 있게 되었다. 따라서 그룹 인센티브와 비교한 개인 인센티브의 효과를 객관적으로 분석하여 볼 수 있다.

두 번째, 세대별 종량제의 효과만을 도출하여 엄밀한 분석을 시도하였다. 그 동안 쓰레기 종량제의 효과에 대해서는 다양한 실증 분석 연구들이 시행되었다. 그러나 홍성훈(2001), 이민상과 조준택(2013)의 연구와 같이 대부분이 정액제 방식이나 무상수거 방식과 비교한 종량제의 효과를 도출한 연구들이다. 그러나 정액제/무상수거 방식에서 종량제 방식으로 변화할 때 개인 인센티브를 활용한 세대별 종량제의 도입뿐만 아니라 배출 수수료의 인상이라는 정책 수단이 동시에 활용되었다. 그러나 선행연구에서는 두 가지 정책 수단의 효과를 혼합하여 종량제 효과를 분석하였으며 통제변수에 배출 수수료 변수가 포함되지 않았다. 본 연구의 연구 대상인 마포구의 경우, 단지별 종량제인 RFID 차량 계량 방식과 세대별 종량제인 RFID 개별계량 방식의 배출 수수료가 1Kg당 100원으로 동일하다. 따라서 마포구의 단지별 종량제를 시행하고 있는 아파트 단지와 단지별 종량제에서 세대별 종량제로 전환한 아파트 단지의 음식물 쓰레기

레기 배출량을 비교하여 세대별 종량제의 효과만을 엄밀하게 분석할 수 있었다.

세 번째, 본 연구에서는 단지별 종량제에서 세대별 종량제로의 변화가 McDonel and Elmore(1987)가 제시한 네 가지 정책수단 중 ‘체제변화’에 해당한다고 보고, 정책 수단적 관점에서 세대별 종량제의 도입 지연을 설명하고자 한다. 전영한과 이경희(2013)가 지적하고 있는 바와 같이, 현재까지의 정책연구는 경제적 관점에 너무 치중되어 있는 형태로 이루어졌다. 그러나 경제적 관점에서의 연구는 정책의 작동 원리를 단순화하여 효과성을 분석하는데 매우 효과적이지만(전영한/이경희, 2013), 정책 도입이 왜 지연되는지, 그리고 이해주체들 간 갈등은 왜 발생하는지에 대한 포괄적인 설명을 제시할 수 없다. 본 연구에서는 세대별 종량제가 단지별 종량제 비하여 더 효과적인 방식임에도 불구하고 도입이 지연되고 있는 분석을 정책수단적 관점에서 분석할 것이다.

마지막으로 본 연구는 세대별 종량제의 음식물 쓰레기 감량 효과를 실증함으로써 RFID 개별계량 방식의 도입을 위한 근거를 마련할 수 있다. 환경부에서는 지난 2013년 처음 RFID 개별계량 방식을 도입한 이후 기계 설치를 위한 비용을 전액 국고보조하는 등 지원을 아끼지 않고 있다. 그러나 그럼에도 불구하고 2년 반이 지나는데도 서울시 아파트 단지의 약 20%에 해당하는 400여개 단지에서만 RFID 개별계량 방식이 활용되고 있는 실정이다. 이렇게 도입이 지연되고 있는 가장 큰 이유 중에 하나는 자치구 정부에서 RFID 개별계량 방식의 음식물 쓰레기 감량 효과를 확신하지 못하기 때문이다. 따라서 세대별 종량제를 활용한 RFID 개별계량 방식의 효과성을 밝힘으로써 향후 도입을 활성화할 수 있는 근거를 마련할 것이다.

## 제 2절 배경이론의 검토

### 1. 경제적 인센티브의 활용

주인-대리인 이론은 1980년대 즈음 보험을 연구하던 경제학자들 (Holmstrom, 1979; Shavell, 1979)에 의하여 도입되고 발전된 이론으로 (Miller, 2005), 도입 초기에는 현실 상황에 적용하여 작동 메커니즘을 실증하는 연구보다는 주로 수학적 수식을 활용하여 작동 메커니즘을 증명하는 방향의 연구가 많이 이루어졌다 (Sanford et al., 1983). 주인-대리인 이론을 조직경제학에서 받아들이기 시작한 것은 Ross의 1973년 연구와 1976년 발표된 Jensen and Meckling의 연구에서부터이다(황혜신, 2005). 주인-대리인 이론은 경제학자들에 의하여 제일 처음 도입되고 발전되기 시작하였으나 최근 들어 특히 정치학을 중심으로 사회과학의 영역에서도 활발하게 논의되고 있다. 대표적 학자인 Mitnick (1980)은 주인-대리인 이론을 경제적 주인 대리인 이론과 규제적/제도적 대리인 이론으로 분류하고 경제적 주인 대리인 이론의 정치학적 도입 가능성을 탐구하였다. Miller (2005) 또한 정치의 영역에서 적용될 수 있는 주인-대리인 이론의 가능성을 살펴보았다. 한국 행정/정책학에서도 권순만과 김난도 (1995)가 한국 행정학에서의 주인-대리인 이론의 도입 가능성을 살펴본 바 있다. 이와 같이 주인-대리인 이론은 경제학을 비롯한 정치학, 행정학 등 사회과학 분야를 광범위하게 아우를 수 있는 이론으로 향후 정책학 영역에서도 주인-대리인 이론을 활용하여 작동 메커니즘을 설명할 수 있는 분야가 점차 확대될 것이라고 예



상해볼 수 있다.

전통적인 주인-대리인 이론에서는 정보 비대칭 상황이 문제점들을 야기한다는 사실을 설명하고, 이를 시정하기 위하여 주인들이 택하는 전략들을 제시한다. Demski and Feltham(1978), Milgrom and Roberts(1992)는 정보의 비대칭 상황을 대리인의 지식 수준에 대한 정보를 주인이 다 파악하지 못하여 생기는 지식 비대칭 상황(hidden information)과 대리인의 행동에 대한 정보를 파악하지 못하여 생기는 행동정보 비대칭 상황(hidden action)으로 구분하여 각각의 경우에서 발생할 수 있는 문제점과 해결책들을 제시하고 있다. 두 가지 형태의 정보 비대칭 상황은 상황이 발생하는 시간, 원인, 문제점, 그리고 가능한 문제 해결방안이 모두 상이하나, 주인-대리인 이론이 전제하는 기본적인 가정들은 모두 공통적으로 가지고 있다. 즉 지식 비대칭 상황과 행동정보 비대칭 상황 모두 자신의 이익을 극대화하는 경제 주체들과 위험기피적이며 노동기피적인 대리인을 가정한다.

먼저 주인이 대리인이 가지고 있는 지식의 정도를 측정할 수 없는 상황은 계약을 체결하기 전(ex ante)에 일어나는 정보 비대칭 상황이다. 계약 체결 전 주인은 대리인이 업무를 수행하기 위하여 필요한 정보나 지식들을 어느 정도 가지고 있는지 완벽하게 파악할 수 없으며 이로 인하여 역선택(adverse selection)문제가 발생하게 된다. 이는 주인이 대리인의 상태를 정확히 파악하지 못하여 생기는 문제로, 주인은 자신이 계약을 잘 이행해줄 수 있는 최적의 대리인을 선택하여 계약하지 못하고 그보다 더 적은 지식을 가지고 있는 대리인을 선택하게 된다. 주인은 문제의 해결을 위하여 사전

시그널링과 스크리닝을 시도할 수 있다. 지식 비대칭 상황은 결국 특정 주체들과만 계약을 체결하는 상황을 만듦으로써 궁극적으로 실험/준실험 상황에서 문제가 되는 구분효과(sorting effect)를 야기한다고 할 수 있다(Fehrenbacher, 2013).

행동정보 비대칭 상황은 전통적으로 주인-대리인 이론에서 많이 논의되는 정보 비대칭 상황과 부합하는 개념으로 계약 체결 후(ex post) 주인이 대리인의 행동, 즉 업무를 수행하기 위하여 투자한 노력의 정도를 정확하게 측정할 수 없는 상황을 일컫는다. 이러한 정보 비대칭 상황에서는 대리인의 도덕적 해이(moral hazard)가 발생한다. 즉 위험기피적이고 노동기피적(work averse)한 대리인은 주인의 감시가 소홀할 경우 자신이 투자할 수 있는 최고의 노력보다 더 적은 수준의 노력을 업무수행에 투자할 것이다. 주인은 대리인의 완벽한 행동 정보를 가지고 있지 못하므로 대리인이 실제로 어느 정도의 노력을 투입하였는지 알지 못한다. 이러한 대리인의 도덕적 해이를 방지하기 위하여 주인은 모니터링을 강화하거나 인센티브 시스템을 도입하는 등의 선택을 할 수 있다.

대리인의 행동을 직접적으로 관측할 수 없기 때문에 생기는 정보 비대칭의 문제를 해결하기 위하여 모니터링을 강화하거나 인센티브 제도를 도입할 수 있다. 먼저 모니터링을 통하여 주인은 대리인에 대한 감시체계를 더욱 강화할 수 있다. 즉 추가적인 비용을 들여 감시인을 고용하거나 여러 가지 과학 기술을 활용하여 대리인의 행위를 더욱 잘 감시할 수 있는 시스템을 구축하는 것이다. 그러나 모니터링을 강화하기 위해서 주인은 감시인을 고용하거나 장비를 구입하기 위한 추가적인 예산이 필요하며 이는 주인에게 금전적 부담으로 작용할 수 있다(Milgrom and Roberts, 1992). 또 다른 방

식으로 시그널링과 스크리닝, 자기선택의 방법을 선택하여 볼 수도 있다. 시그널링과 스크리닝, 자기선택은 주인이 대리인에 대한 사전 정보가 없을 때 시도할 수 있는 문제해결방안이다. 먼저 시그널링은 사전 교육과 같은 것으로, 주인은 업무에 참여할 대리인들에게 업무 수행 전 교육을 실시하여 대리인들이 업무에 보다 성실하고 원활하게 투입될 수 있도록 하는 것이다. 다음으로 스크리닝은 일종의 사전 평가와 같은 것이라고 할 수 있다. 주인은 대리인이 가지고 있는 생산성의 정도를 파악하기 위하여 대리인들에 대한 사전 평가 등을 실시할 수 있다. 마지막으로 자기선택을 통하여서도 행동 정보 비대칭을 시정할 수 있는데, 주인은 대리인의 가능성을 극대화할 수 있는 매우 여러 가지 형태의 계약을 고안하고 이를 대리인에게 제시할 수 있다.

이처럼 경제적 인센티브는 주인-대리인 간 존재하는 정보 비대칭 상황을 해결하기 위하여 도입된 도구이다. 민간 영역에서처럼 활발하게 쓰이고 있지는 않지만, 공공 영역에서도 조직 구성원의 생산성과 더 나아가 조직의 생산성을 향상시키기 위하여 경제적 인센티브가 부분적으로 도입되고 있다. 이 부분에서는 특히 미국과 영국으로 중심으로 하여 공공 영역에서 활용되고 있는 경제적 인센티브의 사례를 되짚어보고, 그 성패요인을 도출하고자 한다.

Burgess and Rato (2003)는 영국 정부에 의하여 도입된 교사 성과급 제도를 소개하고 있다. 2000년에 시작된 이 성과급 제도에 의하면, 교사들은 일정 수준의 성과를 거두었을 때, 경제적 인센티브를 부여받을 수 있는 자격이 주어지게 된다. 즉 개인적 직업적 발전(professional development)을 이루는 데 성공하거나 학생들의 성과(시험 성적)를 보다 증진시키는 등의 성과를 달성한 교사들은

자신의 연봉 외에도 보너스를 지급받을 수 있는 기회를 부여받을 수 있다. 그러나 교육 정책에 경제적 인센티브 제도를 도입하는 것에 대하여 여러 비판들이 제기되었다. 인센티브의 활용을 반대하는 사람들은 주로 교육의 성과는 다차원적이기 때문에 시험 성적이라는 단순한 지표로 평가할 수 없다는 점, 교육의 성과는 개인의 독자적 노력보다는 그룹 간 화합과 협동을 통하여 증진되기 때문에 개인 인센티브의 도입은 교육의 본질적 특성과 부합하지 않는다는 점, 마지막으로 교사들은 스스로의 내적 동기에 의하여 행동하는 전문인(professional)들이므로, 경제적 인센티브를 보상으로 내걸고 성과를 증진시키려는 노력은 부적절하다는 점을 근거로 제시하였다.

공공 조직에 어떠한 인센티브 제도를 활용하여야 가장 의도하지 않은 결과(unintended output)들을 최소화하면서 조직 구성원들의 성과를 극대화할 수 있는지에 대한 연구들도 진행되었다. Pearson PLC의 재무 감독이었던 John Makinson은 2000년 영국 공공 조직에 도입할 인센티브 제도의 구축을 위한 연구에 참여하였으며 이에 대한 결과를 보고서로 발표하였다. 영국 정부 내 4개 부처(Benefits Agency, HM Customs & Excise, the Employment Service, Inland Revenue)에서 근무하고 있는 15,000명의 직원들을 대상으로 구축한 공공 영역 성과 패널 (Public Sector Productivity Panel)을 분석한 결과 Makinson은 공공 조직에 도입되어야 하는 인센티브 제도는 다음과 같은 세 가지 특징을 지니고 있어야 함을 강조하였다. 첫 번째로 개인 인센티브보다는 그룹 인센티브가 더 적합하며, 두 번째로 보너스는 최소한 본봉의 5% 이상 되는 액수여야 하고, 마지막으로 보너스를 받을 수 있는 그룹의 크기는 5명 내외여야 한다.

미국의 경우 NHS 소속 의사들에게도 경제적 인센티브 제도를 도입하여 성과를 증진시키고자 한 사례가 있다 (Department of Health, 2000). NHS의 제도 개혁은 세 가지 특징을 가지고 있다. 첫 번째로 조직 구성원과 지역 사무소 (Regional Office)의 자율성을 최대한 보장하고자 하였다. 이를 위하여 NHS는 성과 측정과 인센티브 지급에 대한 대부분의 권한을 지역 사무소에 위임하였으며 모니터링과 감시를 최소화하였다. 두 번째로 NHS의 제도 개혁은 연방 정부의 허가를 받은 공식적인 개혁이었다. 마지막으로 앞서 소개한 영국의 교사 인센티브 제도와 달리 NHS는 그룹의 성과를 바탕으로 보너스를 지급하는 그룹 인센티브 제도를 채택하였다.

Khan et al. (2001)은 1989년 연방 정부 개혁과 함께 시작된 조세 징수원들의 성과급 체계의 효과를 패널 데이터 분석을 통하여 도출하였다. 1989년 연방법 개혁에 의하여 조세 징수원들에게 개인 인센티브 제도가 도입되었는데, 새롭게 도입된 이 제도에 의하면 조세 징수원들은 체납된 조세액을 많이 적발할수록 더 많은 액수의 보너스를 지급받을 수 있었다. Khan et al. (2001)은 제도가 시행되기 전 3년치 데이터와 제도가 시행된 후 3년치 데이터를 패널 데이터로 구축하고, 개인 인센티브의 도입이 얼마나 성과를 증진시켰는지를 분석하였다. 분석 결과 징수원이 속한 지역에 따라 적게는 19%에서 많게는 145%까지 조세 징수원들의 개인 성과가 증진되었으며, 미 전역에서 평균적으로 75% 정도의 성과 증진량을 확인할 수 있었다. Burgess and Ratto (2003)는 비록 Khan et al. (2001)의 연구가 DID (Difference In Difference) 분석법을 사용한 것이 아니기 때문에 시간과 같은 보이지 않는 변수들의 영향을 완벽하게 통제하지는 못했으나, 여전히 미국 공공 조직에 인센티브를 도입할 수

있게 하는 중요한 근거로 작용하였다고 평가하고 있다.

Burgess and Ratto (2003)는 2000년대 들어 미국과 영국에서 시도된 주요 인센티브 제도 개혁들, 즉 HM Customs & Excise, 그리고 NHS가 주도한 세 가지 공공 영역 인센티브 개혁들이 모두 개인 인센티브보다는 그룹 성과를 중심으로 인센티브를 분배하는 그룹 인센티브 방식을 채택하고 있다는 점을 강조하고 있다. 이는 조직 목표가 다차원적이고 성과의 객관적이고 정량적 측정이 어렵다는 공공 조직의 특성을 생각해보았을 때 합리적인 선택이라고 할 수 있다. 그러나 이어서 Burgess and Ratto (2003)는 그룹 인센티브 활용 시, ‘그룹’의 범위와 의미를 명확하게 정의하는 것이 인센티브 활용의 성패를 좌우할 것이라고 지적한다. 이미 많은 학자들이 정성적/정량적 방법을 통하여 도출한 바와 같이, 조직의 규모가 크면 클수록 그룹 인센티브의 문제점인 프리 라이딩(free-riding)의 가능성은 커질 수밖에 없다. 따라서 조직 목표와 특성에 알맞은 적절한 그룹 규모 설정이 중요하다. 뿐만 아니라 Dixit (2002)가 논의한 바와 같이 인센티브 제도는 각 조직의 특성과 역할에 맞는 형태로 설계되어야 할 것이다. 공공 조직의 목표와 비전은 조직마다 다르며, 그 범위 또한 매우 광범위하다. 따라서 인센티브 체계 설계자는 이와 같은 다양한 조직 특성과 목표를 고려하여 성과를 극대화할 수 있는 방식을 채택해야 할 것이다.

## 2. 집단 인센티브의 효과성과 무임승차 현상

경제적 인센티브가 조직 구성원과 더 나아가 조직의 생산성 향상으로 이어진다는 실증 연구는 이미 상당히 존재한다. 이환범 (2008)은 우리나라 경찰 조직을 대상으로 한 연구에서 성과급과 같은 경제적 인센티브가 직무만족에 긍정적인 영향을 미친다는 분석을 도출한 바 있다. 뿐만 아니라 Milkovich and Wigdor (1991)는 미국 공공 영역에서 시행된 인센티브 제도를 패널 데이터 분석법을 사용하여 분석한 결과, 경제적 인센티브가 개인의 성과를 향상시키고 직무 동기를 강화한다는 결론을 내렸다. Lazear (2000)는 미국 자동차 유리 설치 업체에서 근무하는 노동자들을 대상으로 한 연구에서 노동자들이 개인 성과에 따른 성과급을 보상받았을 때 생산성이 향상되었음을 밝히고 있다.

경제적 인센티브는 개인과 조직의 생산성 향상이라는 직접적인 효과 외에도 여러 긍정적인 효과를 간접적으로 창출하고 있다. FitzRoy and Kraft (1986)는 경제적 인센티브가 작동될 경우 직원들 간 협동을 이끌어낼 수 있다고 하였다. 특히 집단 인센티브 제도를 활용할 경우 이러한 간접적 긍정적 효과는 두드러지게 나타날 수 있는데, 집단 인센티브 제도는 조직 구성원 간 정보 교류를 활발하게 하고 구성원 간 협력과 조직 내 신뢰를 강화하는 효과를 창출한다. 집단 인센티브의 도입을 통하여 조직의 생산성을 향상한 사례는 여러 학자들에 의하여 소개된 바 있다. Knez and Simester (2001)는 1995년 Continental Airlines에 도입된 집단 인센티브의 효과를 분석하였다. 1995년 Continental Airlines에서는 일용직에 종사하는 근로

자 35,000명에게 집단 인센티브 시스템을 도입하고, 집단의 성과에 따라 보너스를 지급하겠다는 계획을 발표하였다. 그 결과 집단 인센티브가 무임승차를 야기하여 조직의 성과를 해칠 것이라는 경제학자들의 우려와 달리 Knez and Simester는 집단 인센티브의 도입 후 오히려 조직 성과가 향상되었다는 점을 밝혔다. 그들에 의하면 집단 인센티브의 가장 큰 문제점으로 꼽히는 프리 라이딩은 구성원들 간 상호 모니터링 (peer monitoring)을 통하여 효과적으로 방지될 수 있었으며, 집단 내 협력과 소통이라는 집단 인센티브의 장점이 오히려 발현될 수 있었다는 것이다.

Hamilton et al. (2003)은 캘리포니아에 위치한 Koret사의 공장 노동자들을 대상으로 집단 인센티브가 작업 참여도(work participation) 및 생산성에 미치는 영향을 분석하였다. 1995년에서 1997년까지 진행된 일련의 실험을 통하여 288명의 공장 근로자들은 6명에서 7명 사이의 규모를 가지는 팀에 소속되어 일을 하게 되었으며 팀의 성과에 따라 보너스를 지급받는 집단 인센티브 제도의 적용을 받게 되었다. 이 때 팀의 구성은 근로자들이 자유 의지를 가지고 자율적으로 구성할 수 있게 하였으며, 근로자들은 각자 친분과 업무 생산능력에 따라 팀을 구성하였다. 실험 결과 2년간 공장의 생산성은 집단 인센티브를 도입하기 이전보다 약 14%정도 증가한 것으로 나타났다. 또한 부가적인 효과로 집단 인센티브의 활용을 통하여 공장 근로자들 간 상호 교육(mutual learning)과 집단 규범(group norm)이 형성되었음을 확인하였다. 그러나 Koret의 사례에서 집단 인센티브의 부작용 또한 발견되었다. 집단 인센티브 제도가 시행될수록 개인 생산성이 높은 근로자는 팀이나 회사를 떠나려고 하는 반면 개인 생산성이 낮은 근로자는 팀에 잔류하려는 행태가



관찰되었다.

Gaynor et al. (2001)은 HMO (Health Maintenance Organization)의 의사들에게 도입된 집단 인센티브의 효과를 분석하였다. HMO에서는 소속 의사들을 대상으로 의료 예산 (medical expenditure)이 10달러만큼 감소하면 의사들의 임금을 1달러만큼 증가시켜주는 인센티브 제도를 실시하였는데, 그 결과 의료 예산의 5%를 절감하는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 Gaynor et al. (2001)은 위 연구에서 집단 인센티브의 효과적 작동을 결정하는 것은 집단의 규모를 잘 구성하는 것이라고 분석하였다. 즉, 지나치게 큰 규모의 집단에서 작동하는 집단 인센티브는 프리라이딩을 야기할 수밖에 없으며 적절한 집단의 규모를 기반으로 인센티브 시스템이 작동되었을 때 가장 효과적으로 집단 생산성이 향상된다는 것이다.

우리나라의 경우에도 집단 인센티브에 대한 여러 연구들이 수행되어왔다. 김영재 (1994)는 집단 인센티브를 채택하고 있는 11개 기업체의 경영자 및 근로자들을 대상으로 서베이를 실시하였으며 그 결과 경영자들이 생산성과 품질개선 및 비용 절감 등에 집단 인센티브제도가 긍정적인 영향을 미치고 있다고 인식하고 있다고 보고하였다. 한광호와 남성일 (1995)은 23개 기업의 재무자료를 중심으로 1985년부터 1991년까지의 12년치 패널 데이터를 구축하였다. 패널 데이터 분석 결과 집단 인센티브 제도의 도입이 기업 매출액과 생산성에 긍정적 영향을 미쳤다는 결과를 도출하였다.

집단 인센티브의 단점, 특히 개인의 성과에 근거하여 보너스의 적절한 양을 정의하는 개인 인센티브와 비교하였을 때 나타나는 집단 인센티브의 단점은 여러 학자들에 의하여 지속적으로 논의되어왔다. 집단 인센티브의 문제점은 경제학과 심리학의 두 가지 관점

에서 논의될 수 있는데, 먼저 경제학적 관점에 의하면 집단 인센티브는 무임승차 (free riding) 현상을 발생시켜 집단의 생산성을 약화시킨다. 양동훈 (2004)에 의하면 무임승차현상은 보상이 집단에게 주어질 경우 조직 구성원은 다른 구성원의 작업 노력에 편승하여 적은 비용으로 더 많은 편익을 창출하기를 원하기 때문에 발생한다. Lawler (1990)는 무임승차 현상을 가리켜 집단의 규모가 증가하면서 작업자의 시야 (line of sight)가 모호해지는 현상이라고 표현하였다.

다음으로 지적할 수 있는 집단 인센티브의 단점은 사회적 태만(social loafing)이 발생할 수 있다는 점이다. Kravitz and Martin (1986)에 의하면 사회적 태만 현상은 프랑스의 농업기사인 Ringerlman에 의하여 설명되기 시작한 현상으로, 이러한 현상이 일어나는 이유로는 집단에 대한 개인의 기여 수준이 확인되지 않을 경우 조직 구성원은 자신의 노력의 수준을 낮추려는 기질을 가지고 있기 때문이다 (Harkins and Jackson, 1985; Kerr and Brunn, 1981; Williams, Harkins and Latene, 1981). Kerr (1983)는 이러한 개인들의 행태를 개인이 다른 작업자들에게 귀속되거나 착취되지 않으려는 속성을 가지고 있기 때문이라고 해석하였다. 양동훈 (2004)은 사회적 태만 현상이 무임승차 현상과는 다르게 성과에 대한 분배를 전제로 한 개념이 아니며 무의식적으로도 발생할 수 있음을 지적하고 있다. 사회적 태만 현상은 구성원들의 성과를 위한 노력이 적절한 정도의 보상을 받지 못할 때 더욱 심각해진다 (Jones, 1984).

집단 인센티브는 대리인이 속한 집단의 성과를 기반으로 하여 생산성 향상을 분배하는 제도이지만, 여전히 한 사람의 개개인이 창출한 성과 또한 측정될 수 있어야한다는 지적이 있다. Wagner

(1995)에 의하면 개인의 생산량을 확인 가능할수록 집단의 생산성도 높아질 수 있는데 이는 개인의 생산량을 확인 가능하다는 사실이 사회적 태만을 방지할 수 있기 때문이다. 따라서 Shepperd (1993)와 같은 학자들은 집단 인센티브 제도의 효과적 작동을 위하여 개인 작업량이 확인 가능하고, 이를 바탕으로 개인에게 일련의 피드백이 주어져야 한다고 주장하였다. 이는 결국 공정하고 정확한 성과 측정이 가능해야한다는 점과 상통한다.

효과적인 집단 인센티브의 작동을 위하여 적절한 규모의 조직을 정의해야할 필요가 있다. Gaynor et al. (2001)은 HMO (Health Maintenance Organization)에서 실시된 집단 인센티브 효과에 대한 연구를 통하여 조직의 규모가 인센티브 작동의 성패를 좌우한다고 지적한 바 있다. 또한 Knez and Simester (2001)는 Continental Airlines에 1995년 도입된 집단 인센티브의 효과를 검증한 연구에서, 집단 인센티브의 효과적 활용은 Continental Airlines의 근로자들이 자발적으로 조그만 규모의 팀을 구성하여 일하였기 때문이라는 결론을 내렸다. 이와 같이 조직의 크기가 그룹 인센티브의 성패를 좌우하는 중요한 변수로 여겨지는 가장 큰 이유는 조직 규모가 클수록 무임승차(free riding)가 용이해질 수 있기 때문이다 (Burgess and Ratto, 2003). 또한 조직에 속한 구성원의 수가 많아질수록 한 사람의 근로자에게 돌아가는 이윤 분배의 몫( $1/N$ )이 작아져 사회적 태만이 발생할 수 있다. 그러나 집단의 규모가 작아질수록 집단 인센티브의 가장 큰 단점으로 꼽히는 무임승차행위와 사회적 태만은 감소할 수 있다 (Olson, 1971; Blinder, 1990). 그러나 다수의 학자들이 이처럼 규모가 작은 조직에서 집단 인센티브제도가 더 잘 활용될 수 있다는 연구 결과를 도출하였음에도 불구하고(원인

성, 2008), 중소기업에서보다는 대기업에서 집단 인센티브제도가 더 많이 도입되고 있다는 아이러니한 분석결과가 존재하기도 한다 (Kruse, 1996; Long, 2000; Miceli and Heneman, 2000).

마지막으로 효과적인 집단 인센티브의 작동을 위하여 조직 내 신뢰를 제고하고 보다 협력적인 분위기를 조성할 필요가 있다. 집단주의적인 가치관을 가지고 있는 조직 구성원은 개인의 성과보다 집단의 성과를 더 중요하게 생각하는 경향이 있으며, (Chatman and Barsade, 1995)신혜정과 안지영 (2013)이 밝히고 있는 바와 같이 우리나라 조직과 같이 집단주의 문화가 강한 조직에서는 조직 구성원 간 경쟁을 심화시키는것보다 협력과 조화를 강조하는 것이 더 조직의 생산성을 향상시킬 수 있다. 따라서 조직 내 신뢰를 강화하고 조직 구성원 간 소통할 수 있는 협력적인 문화를 조성하는 것은 집단 인센티브 시스템의 원활한 작동을 위한 매우 중요한 요소로서 작용할 수 있다.

### 3. 개인 인센티브의 활용

조직 구성원들에게 강한 동기(motivation)을 이끌어냄으로써 생산성 향상을 이끌어내는 개인 인센티브의 효과는 이미 여러 실증 연구들을 통하여 입증된 바 있다. 우리나라 경찰 조직을 대상으로 한 연구를 통하여 이환범 외(2008)은 경제적 인센티브가 직무만족에 긍정적 영향을 미친다는 점을 밝혔으며, Milkovich and Wigdor (1991)는 미국 공공 영역에서 시행된 개인 인센티브 제도의 효과를 실증분석한 바 있다. Burgess and Rato(2003)는 영국 정부가 도입한

교사 개인 성과급이 학생들의 성과를 증진시켰음을 밝혔다. Khan et al. (2001)은 1989년 연방법 개혁과 함께 조세 징수원들에게 도입된 개인 인센티브 제도가 체납된 조세액을 적발하는 데 긍정적 영향을 미쳤음을 밝히고 있다.

개인 인센티브의 가장 큰 장점은 집단 인센티브가 지닌 무임 승차(free-riding)과 사회적 태만 (social loafing)을 효과적으로 방지할 수 있다는 점에 있다. 앞서 설명한 바와 같이 무임 승차 현상은 보상이 집단에게 주어질 경우 조직 구성원이 다른 구성원의 작업 노력에 편승하여 최소의 비용으로 최대의 성과를 창출하기를 원하기 때문에 발생하며 (양동훈, 2004), 사회적 태만은 집단에 대한 개인의 기여나 성과가 도출되지 않을 경우 개인이 타인에 귀속당하지 않기 위하여 의식적/무의식적으로 태업을 하게 되면서 발생하게 된다 (Kerr, 1983).

개인 인센티브는 집단이 아닌 개인의 성과를 측정하고 이를 중심으로 보너스를 지급하는 방식이므로 집단 인센티브의 단점으로 지적된 무임승차와 사회적 태만 상황이 발생하는 것을 방지할 수 있다. 먼저 무임승차 문제의 경우, 개인의 성과급은 개인의 성과에 의하여 결정되는 것이지만 팀이나 조직 전체의 성과에 의하여 결정되는 것이 아니기 때문에 다른 사람의 성과에 편승하여 최대의 이익을 창출하려는 시도가 발생할 수 없다. 또한 사회적 태만의 경우에도 개인 인센티브 방식은 본질적으로 개인의 기여나 성과가 도출 가능하다는 것을 전제로 하고 있기 때문에 집단에 대한 개인의 기여나 성과가 정확하게 측정되지 않아 발생하는 사회적 태만 상황도 방지할 수 있는 것이다.

집단 인센티브와 비교하였을 때 두드러지는 개인 인센티브

의 효과들에 대한 연구들은 이미 여럿 존재한다. Hansen(1997)은 기업의 집단 인센티브 효과를 실증하는 연구를 통하여 집단 인센티브의 시행이 일시적으로 조직의 성과를 향상하는 것처럼 보였으나 집단 인센티브 방식의 시행 이후 성과가 평균 이상이었던 조직원은 조직을 이탈하는 현상이 관측되었다고 보고하였다. 이는 조직 구성원이 자신의 성과를 정당하게 측정받고 이를 통하여 적절한 정도의 보상을 받고있다고 생각하지 않을 경우 조직에 대한 애착과 협동의식이 감소하기 때문이다 (Brown et al., 2003). 신혜정과 안지영(2013)은 이를 ‘종업원이 인식하는 공정성이 종업원의 태도에 영향을 주고 이는 기업 성과로 이어진다’고 표현하였다. Hamilton et al. (2003) 또한 캘리포니아 Koret사를 대상으로 진행한 연구에서, 집단 인센티브가 도입되었을 경우 능력이 좋은 근로자는 팀을 떠나려는 행태를 보인다고 하였다. 집단 인센티브와 개인 인센티브의 효과를 비교한 가장 유명한 연구중에 하나는 London and Oldham (1977)이다. 이들은 70명의 남학생들로 구성된 일련의 실험을 통하여 집단 인센티브가 성과에 미치는 영향을 실증분석하였다. 먼저 London과 Oldham은 조직행동론 수업을 수강하는 70명의 남학생들을 2명씩 짝지워 팀을 만들어 준 후, 컴퓨터 카드를 분류하여 정리하는 업무를 맡겼다. 실험 결과 학생들이 개인 인센티브 상황 하에서 창출한 성과가 훨씬 더 높은 것으로 나타났다.

개인 인센티브 제도를 비판하는 학자들은 개인 인센티브 시스템이 성과에 대한 지나친 압박감을 주어 스트레스를 야기하고 (Ganster et al., 2011), 직무 수행 성과를 낮춘다고 비판한다. 적당한 수준을 넘어선 지나친 스트레스가 오히려 성과 향상을 방해한다는 것이다 (Sullivan and Bhagat, 1992). 뿐만 아니라 특히 한국과 같이

집단주의 특성을 지니고 있는 사회의 경우 (신유균, 1992; 조영호, 2002), 개인 간 경쟁을 유도하는 개인 인센티브제도가 큰 스트레스로 작용할 수 있다 (신혜정/안지영, 2013). 송하식 외 (2002)는 개인 중심 및 업적중심 문화를 가질수록 더 연봉제 도입에 호의적이라는 연구결과를 발표한 바 있으며 Earley (1994), Wagman and Barker (1997)도 집단주의 문화가 강할수록 개인 인센티브보다는 집단 인센티브가 더 잘 작동할 수 있음을 밝히고 있다. 이는 집단주의 문화에서는 동료와의 경쟁과 비교보다 조직 내 협력과 상호 소통이 더 큰 성과를 창출할 수 있는 매커니즘으로 작동하기 때문이다. 따라서 신혜정과 안지영 (2013)은 우리나라에서는 집단주의 문화에서 더 효과적으로 작동할 수 있는 협동의 매커니즘에 기반하는 집단 인센티브 제도가 개인 인센티브보다 더 효과적으로 생산성을 향상시킬 것이라는 점을 예측하였으며 그 효과를 실증하였다. 원인성 (2008)은 개인 인센티브 제도는 개인주의와 성과주의적 문화의 가치가 조직 구성원들에게서 합의 및 인정되고, 더 나아가 내재되어있는 사회에서만 개인 인센티브가 효과적으로 작동할 수 있다는 점을 지적하면서, 집단주의 문화가 강할뿐만 아니라 개인 성과 측정이 정확하게 이루어지기 힘든 현재의 상황을 동시에 고려하였을 때, 개인 인센티브의 도입은 아직 시기상조라는 결론을 내리고 있다.

개인 인센티브 제도가 평균 이상의 능력을 가진 사람들에게만 유리한 제도라는 관점도 있다. 평균 이상의 능력을 가진 개인들의 경우 집단의 성과에 의하여 보너스를 지급받는 집단 인센티브 방식보다 개인의 성과에 의하여 추가적 편익을 얻을 수 있는 개인 인센티브 방식을 더 선호할 수밖에 없다는 것이다. 집단 인센티브의 효과를 사회 실험을 통하여 도출한 Bandiera et al. (2013)의 연구에

의하면 집단 인센티브가 강화될수록 개인 성과가 좋은 조직 구성원들은 친분으로 구성된 팀을 떠나 비슷한 능력을 가진 사람들로 구성된 팀을 만들고 싶어하는 양상을 보였다. 비슷한 사례는 Hamilton et al. (2003)의 연구에서도 발견되는데, 집단 인센티브 제도 작동시, 능력이 좋은 근로자들은 조직을 떠나고 싶어하는 경향을 보였다. 개인 인센티브의 이와 같은 면은 일견 능력이 좋은 구성원만을 조직에 남게 하여 생산성을 극대화할 수 있다는 점에서 장점으로 비춰질 수 있으나, 빈부 격차를 심화하고 더 나아가 사회 통합을 저해할 수 있다는 점에서 정책 결정자들이 심각하게 고려해야 할 사항이라고 할 수 있다.

개인 성과의 측정이 정확하고 객관적으로 이루어질 수 있는지에 대한 비판도 제기된다. Burgess and Ratto (2003)가 지적하고 있는 바와 같이 개인의 성과를 정확하고 엄밀하게 측정하지 못하는 것은 조직 구성원들의 성과 평가 공정성에 대한 신뢰를 훼손할 수 있으며, 더 나아가 조직 구성원들이 조직을 이탈하는 요인으로까지 작용할 수 있다. 그러나 대부분의 조직에서 개인의 성과를 모두가 동의할 수 있을만큼 객관적이고 정확하게 측정하는 것은 거의 불가능하다. 따라서 개인 성과 측정의 정밀성을 보다 높이고 인센티브 제도로 해결하지 못하는 주인-대리인 문제를 해결하기 위하여 모니터링이 점차 중요해질 것이며(Burgess and Ratto), 이는 인센티브 제도의 적절한 작동을 위하여 추가적 비용이 발생함을 뜻한다.

마지막으로 London and Oldham (1977)은 개인 인센티브 상황 하에서도 여전히 그룹과 팀의 영향력이 존재할 수밖에 없다는 점을 밝히고 있다. 즉 이들의 연구에 따르면 개인 성과에 따른 보너스를 지급받는 개인 인센티브 상황에서도 개인들은 여전히 동료들



의 성과에 영향을 받는데, 구체적으로 주위 동료들이 성과가 좋으면 자신도 좋은 성과를 보이려고 노력하고 주위 동료들의 성과가 나쁘면 자신도 태업하려고 하는 경향을 보이고 있다는 것이다. 따라서 개인 인센티브 제도라고 할지라도 보다 효율적인 인센티브 제도의 운영을 위해서는 서로 협력하고 건강한 경쟁을 유도할 수 있는 조직의 분위기가 마련되어야 함을 알 수 있다.

앞서 살펴본 바와 같이 인센티브 제도의 성패를 좌우하는 중요하나 요소는 인센티브 지급에 있어 정확하고 객관적인 형태로 성과를 측정하고 이에 기반하여 인센티브를 제공하는 것이다. 권일웅(2012)이 경고하고 있는 바와 같이 성과의 측정과 평가가 제대로 이어지지 않을 경우 오히려 인센티브 제도를 사용하지 않는 것이 더 효율적일 수 있으며, 평가자들이 피평가자들의 불만에 직면하지 않기 위하여 과도하게 좋은 점수를 주는 현상이 일어나기도 한다(Meyer, 1975). 뿐만 아니라 조직의 평가 시스템을 신뢰하지 못하게 된 조직 구성원들은 태업하거나 조직을 이탈하는 현상이 일어나기도 한다. 따라서 인센티브 제도의 성공적인 활용을 위하여 객관적이고 모두가 공정성을 인정할 수 있는 성과 측정과 평가가 필수적이다.

뿐만 아니라 개인 인센티브 제도가 효과적으로 작동하기 위하여 조직 사회 내 성과주의 문화가 잘 정착되어야 한다. 여러 실증연구에서 밝혀진 바와 같이 성과주의 문화와 개인주의 문화가 강한 사회에서 개인 인센티브 제도는 보다 효과적으로 작동될 수 있다. 양동훈 (2004)과 같은 학자들은 집단 인센티브의 효과를 분석한 연구들을 통하여 이러한 점 때문에 특히 우리나라처럼 집단주의 문화가 강한 사회에서는 개인 인센티브보다 집단 내 협력과 소통을 강

조하는 집단 인센티브가 더 큰 생산성 향상을 창출할 것이라고 예상하면서, 우리나라에서 개인 인센티브 제도를 도입하는 것은 아직 시기상조라고 비판한 바 있다.

#### 4. 과학기술의 정책 활용 가능성과 인센티브

##### 1) 과학기술의 정책 활용 가능성

과학기술이 도입되면 조직의 생산성을 향상시킬 수 있을 것이라는 기대는 이미 여러 학자들에 의하여 제기되어왔다. Gilchrist et al. (2001)과 Stiroh (2002)는 과학기술이 조직 생산성 향상에 미치는 영향은 경제학자들의 예상보다도 더 클 것이라고 주장한다. 세계적인 금융 그룹인 Goldman Sachs (1999) 또한 혁신적 과학기술은 생산성을 향상시켜 궁극적으로 생산 비용의 절감을 가능케 할 것이며, 이러한 일이 현실화되면 물품을 생산하는 기업뿐만 아니라 소비자 또한 많은 편익을 얻을 수 있을 것이라고 예상하였다. Archibugi and Michie (1997)는 기술이 “경제의 발전과 시민들의 복지 향상”을 위하여 필수적인 요소임을 밝히고 있으며 Bhargava and Mishra(2014)는 미국에서 도입된 의료 전자 입력(Electronic Medical Record) 시스템의 도입과 의사들의 생산성 간 관계를 도입한 연구를 통하여 정보통신 기술이 미국 의료 복지 향상의 중요한 요소 중 하나라고 평가하였다.

과학기술의 도입이 생산성 향상으로 이어질 수 있다는 논거 중 하나는 과학기술이 업무 유연성을 향상시키고 종이 업무 방식

(paper work)에서 야기된 불필요한 잔업들을 감소시킬 수 있다는 믿음에서부터 발로한다. 과학기술이 도입되면 정보와 데이터를 입력, 트리밍, 및 저장하는 시간이 단축될 것이며 한번 입력된 자료는 쉽게 유실되거나 손상되지 않을 것이다. 따라서 정보통신 기술은 기존 업무 처리과정에서 발생하였던 많은 오류들을 시정하고 불필요한 절차들을 감소시켜줄수 있다 (Johnson and Vitale, 1988). Goh et al. (2011)은 정보 통신 기술이 “과거의 불필요한 업무 처리 과정들을 제거함으로써 새로운 형태의 업무 처리 방식을 만들어 줄 것”이라고 예견하기도 하였다.

과학기술의 효과성을 인정하는 두 번째 근거는 정보통신 기술이 정보에 대한 접근성을 강화시켜 생산성 향상을 현실화해줄것이라는 것이다. Bulkey and Van Alstyne (2004)에 의하면 정보는 인간에게 문제점을 보다 쉽게 파악하게 하고, 문제 해결에 필요한 방안들을 제공해줌으로써 인간을 보다 효율적으로 만들어주게 되는데, 발달한 정보 통신 기술은 인간이 이러한 정보에 보다 손쉽게 접근할 수 있게 해줄뿐만 아니라 정보를 가공하고 통합하는 것을 용이하게 해줄 수 있다 (Zigurs and Buckland, 1998).

마지막으로 정보 통신 기술은 이해 관계자들 간 원활한 소통을 가능하게 함으로써 거래 비용을 감소시킬 수 있다. Brynjolfsson and Hitt (2000)는 인터넷의 발달로 인하여 소비자들과 생산자들 간 소통이 한 층 활발해졌다는 분석 결과를 제시한다. 미국 최대 컴퓨터 회사인 Dell 컴퓨터사는 소비자들로부터 제품에 대한 건의를 인터넷을 통하여 직접 수렴함으로써 신속하고 효율적으로 서비스의 품질을 개선할 수 있었으며 (Ranagan and Bell, 1999), 미국 아마존닷컴은 소비자들이 검색하는 정보를 취합하여 다시 소

비자들에게 제품을 추천함으로써 더 많은 판매 수익을 올리고 있다.

또한 과학기술을 활용하여 투명성을 증진시킬 수 있다는 기대 또한 존재한다. 투명성과 부패 방지에 대한 문제들은 세계 제 1차대전 직후부터 전세계적인 관심사가 되어왔다 (Braman, 2006). 오늘날에는 많은 국가들이 과학기술을 도입하여 투명성을 강화하고자 한다 (Relly and Sabharwal, 2009). 과학기술의 도입이 투명성을 강화하고 부패를 감소시킬 수 있다는 연구들은 몇 가지 근거들을 제시한다. 먼저 정보통신 기술은 사회 주체들에게 정보 접근성을 강화시킴으로써 정보 비대칭성 현상을 완화시킬 수 있다 (Kim et al., 2008). 시민들은 정보통신 기술을 활용하여 정부에서 어떠한 정책 의사 결정이 내려지고 또 어떻게 집행이 되고있는지를 손쉽게 살펴볼 수 있다. 뿐만 아니라 과학기술의 도입은 부패 현상을 모니터링하고 감시할 수 있는 공식적인 방법 뿐만 아니라 비공식적인 방법을 강화함으로써 부패를 방지한다 (Agnihorti, 2000). 부패 현상을 모니터링할 수 있다는 것은 관료들의 재량권을 통제할 수 있다는 것을 의미하며 (Strover and Straubhaar, 2000), 관료들이 시민들의 감시와 모니터링에서 쉽게 벗어날 수 없다는 사실을 시사하기도 한다(Slaghter, 2000). 서울시에서 1999년 도입된 OPEN 시스템은 과학기술을 정부에 도입하여 투명성을 강화한 대표적인 사례이다. 1999년 서울시장이었던 고건의 부패 척결에 대한 강력한 의지와 함께 시작된 이 시스템을 통하여 서울 시민들은 정부와 계약을 체결하고 규제할 수 있게 되었을뿐만 아니라 실시간 모니터링을 통하여 투명성을 강화할 수 있었다(Cho and Choi, 2004).

그러나 과학기술이 생산성 향상에 미치는 영향에 대한 부정적 견해들도 존재한다. 먼저 Kraemer and King (2006)은 생산성을

향상시킬 것이라는 여러 믿음들과 달리, 엄밀하게 실증된 분석 결과가 없다는 점에 주목한다. 이들에 따르면 현재 과학기술과 생산성 간 관계를 분석한 연구들이 매우 많이 존재하지만, 모두 치명적인 연구의 한계를 가지고 있어 객관적인 결과를 도출했다고 보기 어렵다는 것이다.

분석의 결과가 일관적이지 않다는 사실도 한계 중 하나이다. Dewan and Kraemer (2000)와 Pohjola (2001)은 과학기술과 생산성 간 관계가 일부 선진국에서는 양의 상관관계를 가지고 있는 것으로 도출되었지만 개발도상국에서는 유의미한 관계를 가지고 있다고 나오지 않는다는 점을 지적한다. 뿐만 아니라 Dedrick et al. (2003)은 분석단위를 조직(혹은 회사)으로 설정하여 연구를 진행하였을 경우, 개인을 분석단위로 한 연구들과는 다르게 유의미한 관계를 도출할 수 없었다는 결론을 내렸다.

또한 투명성과 관련하여서도 그러나 과학기술을 단순히 도입한다고 해서 그것이 투명성의 강화로까지 이어질 수 없다는 반박도 존재한다. Ebbers et al. (2008)과 Streib and Navarro (2006)에 의하면, 과학기술이 인간에게 기존의 방식과는 다른 편의들을 제공해준다고 하더라도 시민들은 여전히 면대면(face to face)방식이나 전화, 편지와 같은 전통적 행정 처리 방식들을 선호하는 경향이 있다.

뿐만 아니라 정보통신기술은 접근성, 유용성의 측면에서 한계를 지닐 수 있을뿐만 아니라 언어나 지식의 차이로 인해 발생할 수 있는 디지털 리터러시의 문제 또한 한계로 지적된다(Bertot et al., 2010). 따라서 이러한 정보통신기술의 한계점을 인지하는 학자들은 (Ho and Ni, 2004, Jaegar and Matteson, 2009, Mahler and

Regan, 2002) 정보 통신기술의 효과적 활용을 위하여 정책 리더의 리더십과 정치적 지원(political support)가 강력하게 작동해야 함을 강조하고 있다.

## 2) 과학기술과 인센티브의 작동

과학기술과 경제적 인센티브 간 관계는 그 동안 주로 혁신 과학기술의 도입과 이전을 유도하기 위한 경제적/비경제적 인센티브의 제공이 얼마나 효과적인지를 중심으로 분석되어왔다.

먼저 RFID 기술의 도입과 관련하여 정부의 제도적 지원을 통한 인센티브의 제공이 얼마나 기술 도입을 촉진시키는지에 대한 연구들이 존재한다. Ramanathan et al. (2013)은 영국 물류회사의 RFID 도입과 관련하여 정부의 제도적 지원이 기술 도입의 큰 인센티브가 되었음을 밝히고 있다. 뿐만 아니라 Zailani et al. (2010, 2015)는 말레이시아의 기업들을 대상으로 한 연구에서 정부의 조세 감면과 같은 경제적 인센티브의 제공이 혁신 기술 도입에 효과적으로 작용하고 있음을 실증한 바 있으며, Lin and Ho(2009) 또한 중국 사례를 대상으로 하여 정부의 인센티브 제공의 중요성을 강조하고 있다. 이처럼 기술 혁신 도입과 정부 인센티브 간 관계는 주로 개발도상국을 중심으로 연구되고 있다. 우리나라의 경우에도 이미숙(2008)이 정부의 권고와 제도적 지원이 기업의 RFID 기술 수용에 긍정적 영향을 미치고 있음을 실증한 바 있다. Jung et al. (1996)은 대기 오염을 줄일 수 있는 기기를 설치하는 기업에 경제적 인센티브를 제공하면 기기의 설치를 더 효과적으로 유도할 수 있다는 연구 결과를 도출한 바 있다.

기술 이전과 관련하여 인센티브의 효과를 분석한 연구들도 존재한다. Markman et al. (2005)은 스타트업 기업들에게 기술을 이전해줄 경우 경제적 인센티브를 제공하는 것이 효과적 기술 이전을 이끌어낼 수 있는 도구임을 실증하였다. Siegel et al. (2003)도 대학 내에 설치된 기술이전사무소(technology transfer office)에 경제적 인센티브 제도를 작동시켜 기술 이전을 활성화한 사례를 보고한 바 있으며, Debackere and Veugelers (2005)는 학술 연구 기관에서 발전된 과학기술들을 기업에 이전하는 과정에서 경제적 인센티브 시스템이 작동해야함을 강조하고 있다.

이처럼 과학기술과 인센티브 간 관계는 주로 현재 존재하고 있는 혁신 과학기술을 도입하거나 이전하는 데 인센티브가 어떠한 영향을 미칠 수 있을 것인지를 분석하는 데 초점을 맞춰왔다. 과학기술이 현존하는 인센티브 시스템 내에서 어떠한 점을 변화시켜 어떠한 역할을 수행할 수 있는지에 대한 연구는 매우 소수에 불과하다.

## 5. 선행연구와의 차별성과 본 연구의 필요성

선행연구를 통하여 본 연구의 차별성은 다음과 같다. 먼저 그동안의 쓰레기 종량제 관한 연구들은 대부분 쓰레기 배출량과 상관없이 고정된 금액만을 납부하는 정액제 방식이나 지방정부에서 무료로 수거해주는 무상수거 방식에 비하여 종량제가 가지는 정책 효과성을 밝히는 데 주력하였다. Fullerton과 Kinnaman(1996)은 쓰레기 종량제 실시 이후 배출된 쓰레기의 무게와 부피가 감소하였음을 실증한 바 있으며 홍성훈(2001)도 종량제의 실시가 폐기물 발생

량을 감소시켰음을 밝혔다. 정광호 외(2007)도 광역시도를 중심으로 하여 정액제 방식과 비교하여 쓰레기 종량제의 정책효과를 실증분석하였다. 음식물 쓰레기 종량제의 정책 효과를 실증분석한 이민상과 조준택(2013)도 정액제 방식과 비교한 음식물 쓰레기 종량제 효과를 도출하고자 하였다. 그러나 음식물 쓰레기 종량제 정책은 우리나라에서 먼저 시행된 폐기물 쓰레기 종량제와 달리 지방자치정부에 따라 방식과 배출 수수료 정도가 상이하여 단순히 쓰레기 종량제 도입 여부를 독립변수로 하여 쓰레기 감량 효과를 보는 것은 여러 가지 변수들의 혼합된 효과를 하나로 해석하는 오류를 범할 수 있다. 즉 정액제/무상수거 방식에서 종량제로 변화한 정책의 효과를 분석하는 것은 종량제의 효과를 전인하는 두 가지 정책수단인 배출량에 비례한 배출자 부담 원칙과 배출 수수료 인상의 효과를 구분하지 못하고 분석했거나 배출 수수료 인상 효과만을 분석한 것이라 할 수 있다. 뿐만 아니라 홍성훈(2001)이 지적하고 있는 바와 같이 종량제의 효과는 도입 극 초반에만 일시적으로 나타나고 제도가 정착된 이후에는 그다지 큰 영향을 발휘하지 못한다고 보는 시각도 존재한다. 본 연구에서는 음식물 쓰레기 종량제 실시 이후 일정 기간 동안 배출 수수료 인상과 배출량에 비례한 배출자 부담 원칙이라는 두 정책 수단이 각각 음식물 쓰레기 배출량 감소에 어떠한 영향을 미쳤는지를 실증분석할 것이다.

또한 본 연구에서는 선행연구의 종속변수들이 가진 한계점을 극복하고자 하였다. 선행연구들은 데이터 수집의 어려움으로 인하여 분석 단위를 광역 시/도 자치단체들의 월별 쓰레기 발생량을 잡는 경우 많았다. 정광호 외(2007)는 폐기물 쓰레기 종량제 효과 분석을 위하여 분석 단위를 광역 시/도로 설정하였으며 이진재



(2002) 또한 서울시 관악구를 분석단위로 하여 월별 쓰레기 배출량을 분석하였다. 음식물 쓰레기 종량제 정책 효과를 실증한 이민상과 조준택(2013)도 광역 시/도를 분석단위로 하였다. 이러한 경우 분석단위가 광범위하여 종속변수 측정에 편의(bias)가 발생할 수 밖에 없다. 특히 폐기물 쓰레기 종량제에 비하여 다양한 방식을 지방정부가 자율적으로 선택하여 혼용하는 음식물 쓰레기 종량제의 경우 어떤 종량제 방식이 가진 어떠한 요인이 정책 효과를 이끌어내는지를 면밀히 분석하는 것이 불가능하다. 이는 각 세대가 배출하는 쓰레기 배출량을 파악하기가 힘들기 때문인데, Houtven and Morris (1999)의 경우에는 한 달 동안의 쓰레기 배출량에 대한 문항을 각 세대에게서 보고하게 하는 설문조사를 실시함으로써 극복하고자 하였다. 그러나 설문 조사의 경우 응답자의 기억에 오류가 있을 수 있다는 점을 충분히 보정하지 못하기 때문에 배출량을 직접적으로 분석하는 것에 비하여 분석의 편의(bias)가 발생할 수 있다고 할 것이다. 본 연구에서는 음식물 쓰레기 배출량 정책의 배출 수수료 인상 효과와 세대별 종량제 효과를 밝히기 위하여 마포구와 성북구에서 배출한 월별 음식물 쓰레기 총량에 대한 데이터를 아파트 공동주택 단지별로 확보하여 사용하였다. 특히 음식물 쓰레기가 발생할 때마다 바로 배출하고, 배출 시 정확히 무게를 측정하는 RFID 차량계량 방식과 RFID 개별계량 방식을 통하여 배출한 쓰레기 총량 데이터를 사용하여 보다 정확성을 기하였다.

세 번째로 본 연구에서는 세대별 종량제와 단지별 종량제의 음식물 쓰레기 감량의 효과를 비교분석하고자 한다. 앞서 설명한 바와 같이 쓰레기 종량제 효과를 분석한 선행연구들은 배출 수수료 인상의 효과와 단위별 부과(unit-pricing)의 효과를 합하여 분석하거

나 배출 수수료 인상의 효과만을 분석하는 경우가 대부분이었다. 이는 선행연구들이 연구대상으로 삼았던 폐기물 쓰레기 종량제가 세대별로 배출한 양만큼 배출 수수료를 내는 세대별 종량제방식이었기 때문이다. 그러나 특히 음식물 쓰레기 종량제의 경우 단위별 부과 경우에도 부과 범위를 아파트 단지 전체로 할 것인지 아니면 세대로 할 것인지에 따라 다양한 방식을 사용하고 있다. 앞서 설명한 바와 같이 쓰레기 종량제는 ‘쓰레기 배출자가 오염 배출량에 비례하여 이에 대한 경제적 부담을 감수한다는 것(polluter pays principle)’과 ‘경제적 인센티브 및 경제적 유인을 활용하여 쓰레기 배출자들의 행동 변화를 이끌어낸다’는 두 가지 논리를 기반으로 하고 있는데, 음식물 쓰레기 종량제 상황에서는 ‘쓰레기 배출자’의 범위를 어디까지로 볼 것인지에 대한 문제가 대두된다. 단위별 종량제와 세대별 종량제의 정책효과를 비교하는 것은 RFID 개별계량 방식의 도입을 독려하기 위해서도 필요하다. RFID 개별계량 방식을 반대하는 자치구에서는 이미 종량제가 도입되고 배출량에 비례하여 배출 수수료를 부과하는 단위별 부과(unit-pricing) 방식이 정착된 이상, RFID 방식에 기반한 세대별 종량제와 개인 인센티브의 효과보다 배출 수수료 인상을 통해 창출되는 정책 효과가 더 클 것이라고 예상한다. 따라서 이러한 입장을 가진 자치구에서는 단지별 종량제 방식인 납부필증방식보다 운영비용이 비싼 RFID 개별계량 방식의 도입을 예산 낭비로 간주하고 반려하는 경우가 있다. 세대별 종량제와 단지별 종량제의 효과를 비교하는 것은 학술적인 측면에서도 의미를 찾아볼 수 있는데, 개인 인센티브 방식인 세대별 종량제의 효과와 그룹 인센티브 방식인 단지별 종량제의 효과를 비교함으로써, 종량제 방식 하에서도 배출자의 범위를 잘 정의하는 것이 무

임승차 현상을 방지하여 쓰레기 감량에 도움을 줄 수 있다는 함의를 제공할 수 있기 때문이다.

## 제 3절 연구의 설계

### 1. 연구대상 설정과 데이터 수집

앞서 설명한 바와 같이 서울시에서는 음식물 쓰레기 종량제가 도입되면서 공동 주택에 음식물 쓰레기 봉투와 납부필증 방식, RFID 차량계량 방식을 도입하기 시작하였으며, 이후 2014년 RFID 기술을 활용한 방식을 도입하기로 결정함에 따라 RFID 기술 활용을 신청한 아파트 단지들에 한하여 RFID 기기를 단지 내에 설치해주고 있다. 현재 서울시는 환경부의 강력한 권고 하에 2016년 말까지 서울시 모든 아파트단지에 RFID 기술 도입을 완료할 예정이다. 음식물 쓰레기 종량제 실시와 함께 대부분의 자치구에서 쓰레기 봉투와 납부필증 방식을 활용한 종량제를 도입하였으나, 도봉구와 마포구에서 유일하게 RFID 차량계량 방식을 이용한 종량제 방식을 채택하였다. RFID 차량계량 방식과 RFID 개별계량 방식은 몇 가지 차이점을 가지는데 이를 정리하여보면 아래 <표 4-1>와 같다. 먼저 <표 4-1>에서 보여지고 있는 것과 같이 RFID 개별 계량 방식은 각 세대가 세대별로 배출한 양만큼 수수료를 납부하는 세대별 종량제를 택하고 있다. 배출 수수료의 경우 음식물 쓰레기 1킬로그램당 100원으로 납부필증 방식이나 음식물 쓰레기 봉투 방식에 비하여 다소 높은 편이다. RFID 차량계량 방식의 경우 음식물 쓰레기 수수료가 1Kg당 100원으로 개별계량 방식과 동일하며 음식물 쓰레기 배출량의 측정 또한 RFID 개별계량 방식과 마찬가지로 부피단위인 리터(L)가 아닌 무게단위인 킬로그램(Kg)을 사용하여 측정하고 있었다.

단, 쓰레기 배출 수수료의 부과 방식이 개별 계량 방식과 상이하였는데, RFID 차량계량방식에서는 아파트 단지에서 공동으로 배출한 비용을 모든 세대가 균등하게 부담하는 단지별 종량제 방식을 취하고 있다. 즉, RFID 개별계량 방식과 RFID 차량계량 방식은 무게 종량제를 택하고 있고 동일한 정도의 수수료를 부과하고 있다는 공통점을 가지고 있다. 그러나 RFID 개별계량 방식의 경우 세대별로 배출한 쓰레기 양만큼 수수료를 부담하는 세대별 종량제 방식을 취하고 있는 반면 RFID 차량계량 방식은 단지별로 수수료를 부과한 후 공동부담하는 단지별 종량제 방식을 취하고 있다는 차이점이 있다고 하겠다. 따라서 RFID 개별계량 방식과 RFID 차량계량 방식을 비교할 경우 세대별 종량제와 단지별 종량제가 음식물 쓰레기 배출량 감소에 어떠한 영향을 미치는지를 비교적 정확하게 분석할 수 있다고 판단할 수 있다.

**<표 4-1> RFID 개별계량 방식과 RFID 차량계량 방식의 비교**

	RFID 개별계량 방식	RFID 차량계량 방식
수수료 부과	세대별 부과 (세대별 종량제)	단지별 부과 후 공동부담 (단지별 종량제)
배출량 측정	무게 종량제(Kg)	무게 종량제(Kg)
수수료	100원/Kg	100원/Kg

이와 같은 배경 하에서 본 연구 분석 대상은 음식물 쓰레기 종량제 방식으로 RFID 차량계량 방식을 활용하고 있었던 자치구 중 RFID 개별계량 방식 도입을 결정한 자치구로 설정하였다. 현재 서울시 25개 자치구 중 마포구에서 유일하게 공동 주택 단지에서

RFID 개별계량방식과 RFID 차량계량방식을 혼용하고 있다.<sup>4)</sup> 따라서 본 연구에서는 마포구를 대상으로 하여 RFID 개별계량 방식과 RFID 차량계량 방식의 효과성을 비교분석할 것이다. 아래 <그림 4-1>은 2016년 7월을 기준으로 마포구에서 RFID 개별 계량 방식이 어떻게 도입되고 있는지를 나타내어주고 있다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 마포구에서는 음식물 쓰레기 종량제가 도입되면서 RFID 차량계량 방식을 자치구 전 지역에서 활용하여왔다. 이후 2016년 1월 12개 공동주택 단지<sup>5)</sup>에서 RFID 차량계량 방식에서 RFID 개별 계량 방식으로의 변화가 이루어졌다. 2016년 7월을 기준으로 하여 RFID개별방식으로 전환하지 않고 계속 RFID 차량계량 방식을 사용하고 있는 아파트 단지는 전체 73개 단지 중 개별계량 방식으로 전환한 12개 단지를 제외한 61개이다. 본 연구에서는 마포구에 위치한 아파트 단지들 중 2016년 1월에 차량계량 방식에서 개별계량 RFID 방식으로 전환한 12개 아파트 단지들을 실험 집단으로 설정하였다. 또한 2016년 7월을 기준으로 하여 납부필증을 사용하고 있는 150개 단지 중 Propensity Score Matching을 통하여 12개 단지를 선정하고, 이들을 통제집단으로 설정하였다. 이들 24개 아파트 단지를 대상으로 하여 2013년 6월부터 2016년 7월까지 38개월치 패널 데이터를 구축하여 이중차감법(Difference In Difference)을 활용한 실증분석을 시도하였다.

4) 도봉구에서는 모든 공동주택 단지에서 RFID 차량계량 방식만을 사용하고 있다.

5) 12개 공동주택 단지에 해당하는 단지는 상암월드컵 1단지, 2단지, 3단지, 4단지, 6단지, 7단지, 9단지, 10단지, 11단지, 12단지와 휴먼시아 1단지, 2단지이다.

<그림 4-1> 실험집단과 통제집단 설정



데이터의 수집은 2015년 9월부터 2016년 9월까지 약 1년 간 이루어졌다. 먼저 종속변수인 음식물 쓰레기 배출량과 관련한 데이터의 경우, 정보공개청구와 자치구청 및 쓰레기 수거업체의 방문이라는 두 가지 방법을 통하여 수집되었다. 먼저 RFID 방식 도입 이후 배출량은 한국환경공단에서 전산화하여 통합관리하고 있기 때문에, 한국환경공단 및 자치구청에 정보공개청구 신청을 통하여 얻을 수 있었다.

독립변수에 해당하는 음식물 쓰레기 수거 방식에 대한 정보의 경우, 서울시 도시환경국과 각 자치구에서 받은 자료를 중복 확인하여 확인하였다. 통제변수에 해당하는 아파트 단지 특성의 경우, 한국 감정평가원과 국토해양부 공동주택 관리 시스템에서 제공하는 정보들을 코딩하는 방식으로 데이터를 구축하였다.

## 2. 가설의 설정

본 연구에서는 RFID를 활용한 음식물 쓰레기 종량제 정책의 음식물 쓰레기 감량 효과를 분석하기 위하여 두 가지 연구 가설을 설정하였다. 앞서 살펴본 바와 같이 RFID 개별계량 방식은 ‘배출자 부담 원칙을 보다 명확히 하기 위한’ 정책 도구로 각 세대가 배출한 음식물 쓰레기양만큼 개별적으로 수수료를 납부하는 세대별 종량제 방식을 도입하였다. 이러한 개별 인센티브 방식이 가지는 가장 큰 단점은 무임 승차(free riding)과 사회적 태만(social loafing)을 효과적으로 방지할 수 있다는 점에 있다. 조직 구성원이 자신의 성과를 정당하게 측정받고 이를 통하여 적절한 보상을 받고 있다고 생각하는 정도는 조직의 성과로 이어진다 (신혜정/안지영, 2013). 그러나 개인 인센티브의 가장 큰 문제점은 각 개인의 성과를 정확하게 객관적으로 측정하기가 어렵다는 데에 있다. 개인의 성과를 엄밀하게 측정하기 못하는 상태에서 개인 인센티브 방식을 도입하는 것은 조직에 대한 신뢰의 훼손으로까지 이어질 수 있다(Burgess and Ratto, 2003). 권일웅(2012)은 성과의 측정과 평가가 제대로 이루어지지 않을 경우 오히려 인센티브 제도를 사용하지 않는 것이 더 효율적일 수 있음을 밝히고 있다. 또한 원인성(2008)에 의하면 개인 인센티브 제도는 개인주의와 성과주의적 문화가 잘 정착한 조직에서만 효과적으로 작동하며, 이러한 점에 기반하여 양동훈(2004)은 우리나라 조직처럼 집단주의 문화가 강하고 성과주의 문화가 약한 조직에서 개인 인센티브는 효과적으로 작동하기 어렵다고 예상하였다.

정책수단의 관점에서 세대별 종량제는 기존에 존재하던 인



센티브 체제를 변화시키는 체제변화(system changing)의 한 형태이다. 체제 변화를 정책 수단으로 활용할 경우 기존의 인센티브 시스템을 변화시키기 위하여 권한(authority)의 이양이 이루어지며 공공 정책 결정에 새로운 주체들이 참여하게 된다. 이를 통하여 정책 목표 달성을 위한 효율성이 강화되는 등 새로운 가치가 창출될 것이라 기대할 수 있다. 그러나 체제변화는 기존의 존재하던 제도와 인센티브 시스템에 대한 도전으로 여겨질 수 있기 때문에(McDonel and Elmore, 1987) 거센 저항에 부딪칠 수 있다. 따라서 이러한 선행연구들에 기반하여 세대별 종량제에 관한 연구가설은 다음과 같이 설정하였다.

**H1: 세대별 종량제를 선택할수록 음식물 쓰레기 배출량이 감소할 것이다.**

### 3. 연구의 모형

본 연구의 설계는 다음과 같이 이루어졌다. 앞서 설명한 바와 같이 본 연구에서는 RFID 개별계량방식의 음식물 감량 효과를 밝히기 위하여 이중차감법(Difference In Difference)법을 사용하고 있다. 이중차감법을 시행하기 위해서는 먼저 정책이 도입된 실험 집단과 도입되지 않은 통제 집단에 대한 데이터가 존재해야 한다. 뿐만 아니라 이들 실험 집단과 통제 집단의 정책 도입 이전과 이전 자료가 모두 필요하다. 아래 <표 4-2>에서 볼 수 있는 바와 같이 본 연구의 실험 집단으로 설정된 공동주택 단지는 모두 12개 단지이며 통제 집단으로 설정된 공동주택 단지도 12개 단지이다. 데이터는 2013년 6월부터 2016년 7월까지 38개월치 패널 데이터의 형태로 구성되었다. 이 중 RFID 차량계량 방식에서 RFID를 활용한 개별계량 방식으로 변화한 것이 2016년 1월부터이므로 실험 처리(treatment)가 이루어진 시점은 2016년 1월이다.

<표 4-2>에서  $T_1$ 은 RFID 개별 계량 방식을 도입한 실험 집단의 정책 도입 이전 데이터를 나타내는 것으로 실험 집단 12개 단지의 33개월 간 음식물 쓰레기 배출량에 관한 데이터이다.  $T_2$ 는 실험 집단 12개 단지의 정책 도입 이후 7개월간의 데이터를 나타내고 있다.  $C_1$ 과  $C_2$ 는 첫 번째 통제집단(비교집단)에 관한 정보를 내포하고 있는데 이 중  $C_1$ 은 비교집단의 정책 도입 이전 데이터를 나타낸다. 실험집단의 경우와 마찬가지로 비교집단은 61개 공동주택 단지가 설정되었으며  $C_1$ 의 경우 데이터 수집 시점부터 정책 도입 시점까지의 38개월치 패널 데이터가 구축되었으며  $C_2$ 의 경우 61개

공동주택 단지의 정책 도입 이후 5개월간의 패널 데이터가 구축되었다.  $C_3$ 와  $C_4$ 는 매칭을 통하여 통하여 구성한 두 번째 비교집단을 나타낸다. 첫 번째 비교집단과 마찬가지로 두 번째 비교집단에 대해서도 모두 38개월치 패널 데이터가 수집되었다.

〈표 4-2〉 연구 대상의 설계

구분	내용		
연구 대상 설계	구분	RFID 개별계량방식 이전(before)	RFID 개별계량방식 이후(after)
	실험집단 (Treatment Group: RFID 차량계량 방식에서 RFID 개별계량 방식으로 변화한 단지)	$T_1$ (12개 단지, 31개월)	$T_2$ (12개 단지, 7개월)
	비교집단 1 (Control Group: RFID 차량계량 방식을 계속 사용하는 단지)	$C_1$ (61개 단지, 31개월)	$C_2$ (61개 단지, 7개월)
	비교집단 (Control Group: RFID 차량계량 방식을 계속 사용하는 단지)	$C_3$ (12개 단지, 31개월)	$C_4$ (12개 단지, 7개월)

〈표 4-3〉 분석 모형 설계

구분	내용		
회귀 분석 모형	$Y_i = \alpha + \beta_1 Treat_i + \beta_2 After_i + \beta_3 [Treat_i * After_i] + \beta_4 X_1 + \dots + \beta_{4+j} X_j + \epsilon_i$		
	<p><math>\alpha</math>: 상수항</p> <p><math>\beta_1</math>: 통제집단과 비교할 때 실험집단에만 고유하게 내재된 효과 (실험집단=1, 통제집단=0)</p> <p><math>\beta_2</math>: 정책시행 이전과 비교한 이후의 효과 (후=1, 전=0)</p> <p><math>\beta_3</math>: 정책시행의 순수효과</p> <p><math>\beta_4 \sim \beta_{4+j}</math>: 통제변수</p> <p><math>\epsilon</math>: 오차항</p>		
연구 모형 설계	구분	모형 설계	
	종속변수	log(아파트 단지 월별 음식물 쓰레기 배출량)	
	독립변수	RFID 개별계량방식 실시 여부	
	통제변수	아파트 단지 관련 변수	
RFID 정책 효과 설계	구분	세대별 RFID 이전(before)	세대별 RFID 이후(after)
	실험집단 (차량 RFID에서 세대 RFID로 변화한 단지)	$T_1$	$T_2$
	비교집단 (차량 RFID를 계속 사용하는 단지)	$C_1$	$C_2$
	DID 추정치 = 실험집단 전/후 차이 - 통제집단 전/후 차이		
	$\beta_3 = (T_2 - T_1) - (C_2 - C_1)$		

회귀분석 모형을 자세히 살펴보면 다음과 같다. 위 <표 4-3>에서 나타나고 있는 바와 같이 본 연구의 분석을 위하여 사용된 회귀 모형은 아래 <수식 1>과 같다. 수식에서 종속변수인  $Y$ 는 각 공동 주택 단지에서 배출한 월별 음식물 쓰레기 총량에 로그를 취한 값이다.  $\alpha$ 는 상수항이며,  $\beta_1$ 는 통제집단과 비교할 때 실험집단에만 고유하게 내재된 효과를 나타낸다. 이를 추정하기 위하여 변수  $Treat$ 의 경우 실험 집단에 속하는 공동주택 단지의 경우 1로, 통제 집단에 속하는 공동주택 단지의 경우 0으로 코딩하였다.  $After$  변수는 정책 시행 이전과 이후를 나타내는 변수이므로 정책 도입 이후의 데이터일 경우 1로, 이전의 데이터인 경우 0으로 코딩된다.  $After$  변수의 회귀 계수인  $\beta_2$ 는 정책 시행 이전과 비교한 이후의 효과를 나타낸다.  $\beta_3$ 는 정책 집행을 받은 실험 집단인지 여부를 나타내는  $Treat$  변수와 정책 집행 이후인지를 나타내는  $After$  변수의 교호항(interaction term)의 회귀 계수로, 본 연구에서 실증하고자 하는 RFID 정책 집행의 순수 효과를 나타낸다.  $\beta_4 \sim \beta_{4+j}$ 는 공동주택 쓰레기 배출량에 영향을 미치는 통제 변수들을 나타낸다. 통제변수의 경우 크게 아파트 단지 재정상황, 아파트 단지 규모, 그리고 아파트 단지에 거주하는 거주자들의 인구통계학적 특성의 세 가지로 수집되었다. 먼저 아파트 단지 재정상황과 관련한 변수로는 평당 아파트 가격(단위: 만원)이 설정되었다. 아파트 단지 규모와 관련한 변수로는 아파트 단지 내에 위치한 총 세대수가 있으며, 아파트 거주자의 인구통계학적 특성을 나타내는 변수로 해당 아파트 단지가 위치한 행정동의 평균 가구원 수를 설정하였다.  $\epsilon$ 는 오차항이다.

$$Y_i = \alpha + \beta_1 Treat_i + \beta_2 After_i + \beta_3 [Treat_i * After_i] + \beta_4 X_1 + \dots + \beta_{4+j} X_j + \epsilon_i$$

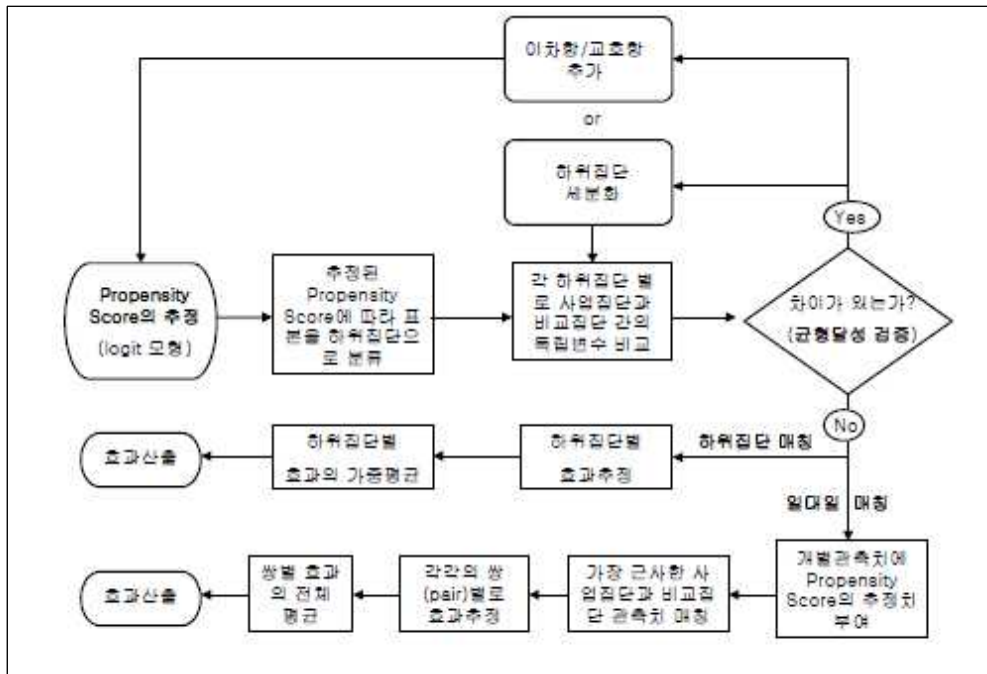
즉 본 연구에서는 RFID 세대별 계량 방식이 아파트 공동주택 월별 쓰레기 배출량에 미치는 영향을 DID 분석법을 통하여 분석하고자 한다. DID 분석법에서는 분석 주체들의 특성 효과와 동시에 시간 효과를 이중적으로 차감하여 정책 집행의 순수 효과를 밝히고자 하는데, <표 4-3>에서 보여지고 있는 바와 같이 본 연구에서 DID 추정치는 실험 집단의 전/후 차이( $T_1 - T_2$ )에서 통제집단의 전/후 차이( $C_1 - C_2$ )를 차감한 값으로, 이를 수식으로 나타내면  $(T_2 - T_1) - (C_2 - C_1)$ 와 같이 나타낼 수 있다. 회귀 모형에서 정책의 순수 효과는 앞서 설명하였던 바와 같이 실험 집단 여부를 나타내는 변수와 정책 도입 이후를 나타내는 두 더미 변수의 교호항의 회귀계수값인  $\beta_3$ 라 할 수 있다. 본 연구의 분석방법인 이중차감법에 대해서는 이어지는 부분에서 보다 자세히 설명할 것이다.

#### 4. 분석 방법

RFID와 납부필증 방식의 비교를 위하여 경향 점수 매칭 기법을 활용한 DID(Difference In Difference)분석 방법이 사용되었다. 계량 분석 연구에 사용된 통계 패키지는 STATA 12.0 이다. 먼저 경향 점수 매칭은 매칭을 위한 대표적인 기법으로, 처리(treatment)를 받을 확률을 점수(propensity score)화한 후 이 점수를 토대로 실험집단과 통제집단을 매칭하는 기법이다. 본 연구에서 실험의 처리는 RFID 방식의 도입 여부이므로, 먼저 RFID 방식의 도입을 결정

짓는 요소를 도출하고 이를 토대로 Propensity Score를 계산하기 위하여 국토해양부 공동주택관리시스템에 등록되어있는 서울시 내 아파트 단지 2081개를 대상으로 하여 Logit 분석을 실시하였다. 이후 로짓 분석에서 도출된 변수들을 중심으로 Propensity Score를 계산하고 최단거리법을 이용한 일대일 매칭을 시도하였다. Propensity Score는 실험 집단의 관찰 가능한 특성들이 주어졌을 때 이들이 사업에 참여할 조건부 확률을 가리킨다(Rosenbaum and Rubin, 1985). Zhao(2000)에 의하면 경향 점수 매칭 방법이 얼마나 효과적으로 실험 참여에 대한 선택 편의를 제거할 수 있는지 여부는 관찰 불가능한 특성에 의한 선택 편위의 크기가 실제로 얼마나 큰가에 달려있다. 일반적인 경향 점수 매칭 활용 순서를 도식화하면 아래 <그림 4-2>과 같다.

<그림 4-2> 경향 점수 매칭을 위한 순서도

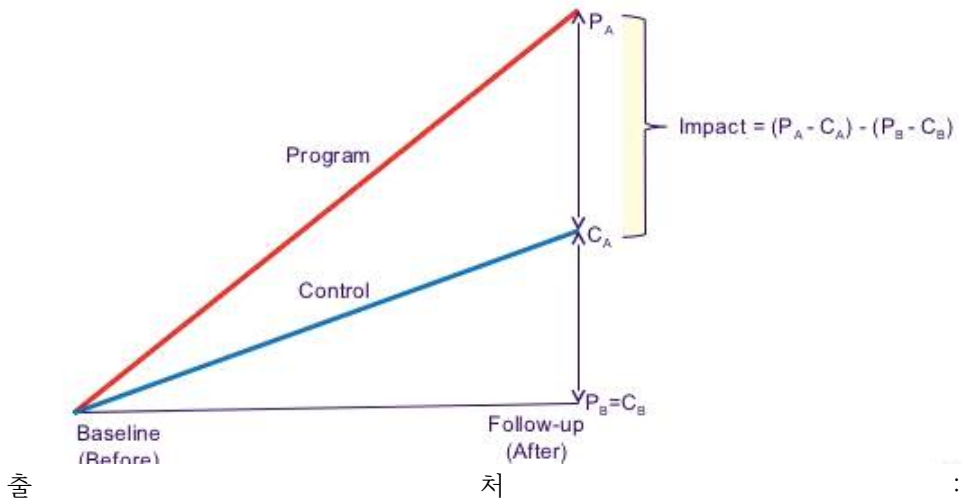


출처: 이석원(2003)

다음으로 실험집단과 통제집단을 중심으로 Difference In Difference 분석을 실시하였다. DID 분석은 시간의 흐름 등 보이지 않는 변수들의 영향력을 통제하여 정책 도입의 효과를 분석할 수 있는 매우 강력한 방법 중에 하나이다. 아래 <그림 4-3>은 DID의 논리를 도식화하여 나타낸 것이다. 그래프에서 X축은 시간의 변화를 나타내며 그래프 상의 원점에서 프로그램이나 정책의 도입과 같은 실험처리(treatment)가 이루어졌다고 볼 수 있다.



<그림 4-3> DID 분석의 논리



그래프의 Y축은 종속변수인 성과(outcome) 혹은 산출물(output)로, 연구자는 실험 처리 이후 실험 집단과 통제 집단의 산출물의 양을 비교하여 실험 처리의 효과를 분석하고자 한다. 그래프 상의 붉은 선은 특정한 처리가 가해진 실험 집단의 산출물 변화량을 나타내고 있으며, 푸른 선은 어떠한 처리가 가해지지 않은 통제집단의 산출물 변화량을 나타내고 있다. 그림에서 보여지고 있는 바와 같이 실험 집단과 통제 집단의 실험 처리 이전 상태는 동일하다. 그러나 처리가 가해지면 실험 집단과 통제 집단의 기울기는 달라지게 되며 그림에서 보여지고 있는 것과 같이 실험 집단의 기울기가 통제 집단의 기울기보다 더 가파르다. 이는 실험이 끝나고 난 후 실험집단이

보이는 산출물의 정도에는 실험 자체의 효과뿐만 아니라 시간의 흐름 등 보이지 않는 변수의 영향력이 모두 합산되어 반영되기 때문이다. 따라서 연구자는  $P_A$  중 어디까지가 실험의 효과이고 어디까지가 보이지 않는 변수의 효과인지 파악할 수 없다. 그러나 통제 집단에는 그 어떠한 처리도 인위적으로 가해지지 않았기 때문에, 만약 통제집단의 산출물 측정치가 처음과 달라졌다면 이는 보이지 않는 변수들의 영향력 때문이라고 말할 수 있다. 따라서 실험이 끝나고 난 후 실험 집단과 통제 집단의 차이에서 실험의 효과를 먼저 추정 한 후( $P_A - C_A$ ), 여기서 다시 시간의 흐름과 같은 보이지 않는 변수들의 효과( $P_B - C_B$ )를 빼주면 보다 정확하게 실험의 효과를 추정할 수 있다(박춘복 외, 2014).

## 5. 변수의 측정

아래 <표 4-4>에는 RFID 차량계량 방식과 RFID 방식을 비교한 연구에서 사용된 변수들이 어떻게 조작화되고 측정 및 수집되었는지를 나타내어주고 있다. 표에서 알 수 있는 바와 같이, 종속 변수인 음식물 쓰레기 배출량은 각 아파트 단지에서 한달동안 배출한 음식물 쓰레기의 총량으로 조작화되었으며, RFID 방식을 통하여 배출된 음식물 쓰레기 총량의 경우 한국 환경공단에서, 납부필증 방식을 통하여 배출된 음식물 쓰레기 총량의 경우에는 자치구청에 직접 방문하여 데이터를 얻을 수 있었다. 독립변수는 모두 세 가지로 구성되어 있는데, 실험집단 특성효과를 나타내는 Treatment 변수와 RFID 개별계량 시행 이전과 이후를 나타내는 After 변수, 그리고

DID 회귀분석에서 정책의 효과를 나타내는 Treatment와 After 변수의 교호항(interaction term)이 바로 그 것이다. 먼저 Treatment 변수는 실험집단의 특성효과를 나타내는 변수로 실험집단에 속하는 관측치이면 1, 통제집단에 속하는 관측치이면 0으로 코딩되었다. After 변수는 RFID 개별계량 도입 이전과 이후 여부를 나타내는 변수이며 개별계량 방식 도입 이전이면 0으로, 도입 이후면 1로 코딩하였다. 세 번째 독립변수인 두 변수의 교호항은 정책 도입의 순수한 효과를 나타낸다. 실험집단이며 정책도입 이후인 관측치의 경우에만 1로, 나머지 경우에는 0으로 측정하였다. RFID 개별계량 실시 여부와 실시 시기에 대한 정보는 서울시와 자치구청에 정보 공개를 청구하여 각각 데이터를 얻은 후 중복확인하였다.

통제 변수는 모두 네 가지로 아파트 단지 재정상황, 아파트 단지 규모, 그리고 아파트 단지 거주자 특성들에 대한 변수가 설정되었다. 쓰레기 종량제 효과를 실증하기 위한 기존 연구들에서는 소득과 인구수에 대한 변수들을 다양하게 설정하여 통제 변수로 사용하고 있다. Houtven and Morris(1999)는 소득, 인종, 연령, 거주 인원수, 풀 타임 근무 여부를 통제 변수로 사용한 바 있으며, 정광호 외(2007)는 연도에 따른 증가효과, 인구밀도, 재산세를 통제변수로 설정하였다. 음식물 쓰레기 종량제 효과를 연구한 이민상과 조준택(2013)은 인구밀도, 1인당 재산세, 1인당 수거비용을 통제변수로 활용한 바 있다. Reschovsky and Stone(1994)은 연령과 교육, 소득수준 이외에도 한 세대 내 거주 인원이 몇 명인지에 대한 변수를 통제변수로 추가하였다. 이들 선행연구에서 실증된 결론에 따르면 쓰레기량은 소득이 높을수록, 인구밀도가 높고 거주 인원수가 많을수록 증가한다. 반면 연령변수가 쓰레기 발생량에 미치는 효과는 상반

된 결론이 존재하는데 먼저 Hanley(1988)에 의하면 연령이 높을수록 쓰레기 발생량은 줄어든다. 반면 Houtven and Morris(1999)과 Reschovsky and Stone(1994)의 연구에서는 중장년층 비율이 높을수록 쓰레기 발생량이 많았다. 또한 연령 변수를 통제 변수로 포함하지 않은 연구들도 있었는데 특히 우리나라의 종량제 효과를 분석한 정광호 외(2007)와 이민상과 조준택(2013)을 비롯하여 미국 Charlotte's Ville을 대상으로 종량제 효과를 실증한 Fullerton and Kinnaman(1996)도 연령 변수를 모형에 포함시키지 않았다. 본 연구에서는 아파트 단지 소득수준을 측정하기 위한 대리 변수(proxy variable)로 평당 아파트 평균 가격을 설정하였으며 이 외에도 아파트 단지 내 세대수, 평균연령, 한 가구 당 평균 가구원 수 변수를 추가하였다. 다만 평균 연령과 평균 가구원 수 변수의 경우 아파트 단지 별 자료를 구할 수 없어 아파트 단지가 속한 행정동의 평균 연령과 평균 가구원수 자료를 활용하였다. 아파트 평균 가격 변수는 한국감정원에서 얻을 수 있었으며 아파트 단지 규모를 나타내는 세대수 변수는 국토해양부 공동주택관리시스템을 통하여 코딩하였다. 평균 연령과 평균 가구원 변수의 경우 서울시 통계 홈페이지를 활용하여 자료를 축적하였다.

<표 4-4> 변수의 측정

	변수		개념	정의	출처
종속 변수	음식물쓰레기 배출량		2013년 6월부터 2016년 7월까지 각 공동주택단지 음식물쓰레기 배출량에 로그를 취한 값	숫자	자치구청, 음식물 쓰레기 수거 업체
독립 변수	Treatment (실험집단 특성효과)		실험집단 = 1, 통제집단 = 0	숫자	자치구청
	After (RFID 개별계량 시행 이후)		정책 도입 이후 = 1, 정책 도입 이전 = 0	숫자	자치구청
	Treatment* After (RFID 개별계량 시행 효과)		실험집단이며 정책 도입 이후인 경우만 = 1, 나머지는 0으로 측정	숫자	자치구청
아파트 단지 변수	아파트 단지 재정상황	아파트 가격	평당 아파트 가격 (단위: 만원)	숫자	한국감정원
	아파트 단지규모	세대수	단지 내 총 세대 수	숫자	국토해양부 공동주택 관리시스템
	아파트 단지	평균 연령	행정동 평균 연령	숫자	서울시
	거주자 특성	평균 가구원수	행정동 평균 가구원수	숫자	서울시

## 제 4절 실증분석

### 1. 기초통계분석

#### 1) 경향점수(propensity score) 분석

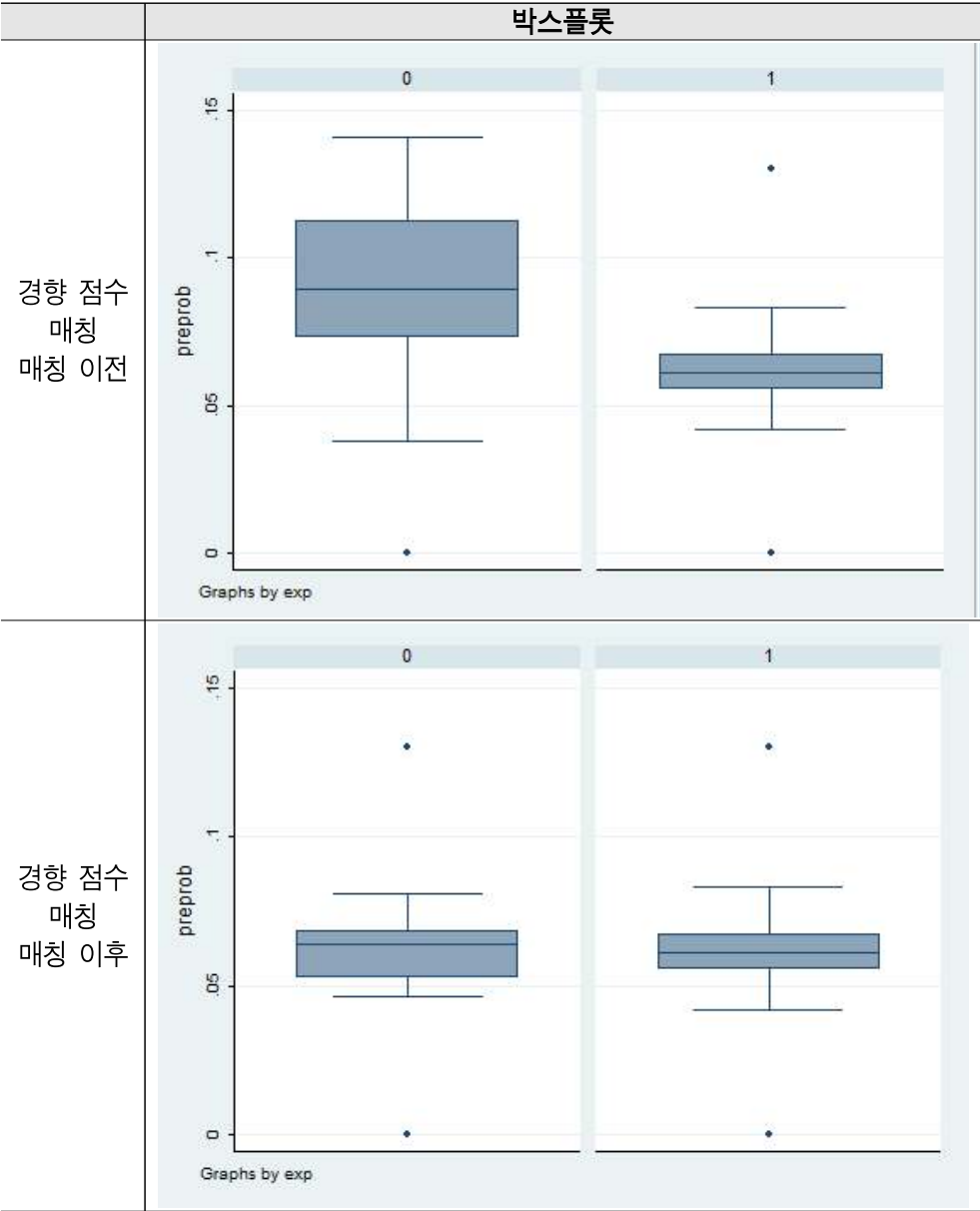
앞서 본 논문의 첫 번째 파트에서 공동주택 단지의 RFID 도입을 결정하는 요인을 밝히기 위한 로짓 분석(logit analysis)을 실시하였다. 이 연구에서 얻어진 로짓 분석 결과를 토대로 본 연구에서는 Propensity Score를 도출하였으며, 실험집단과 통제집단 설정을 위하여 이를 활용하였다. 구체적으로 최소거리법을 활용한 일대일 매칭을 시도하였다. 그 결과 RFID 기술을 활용하고 있는 12개 아파트 단지를 실험 집단으로 설정하였으며 RFID 차량계량 방법을 활용하고 있는 12개 아파트 단지를 통제 집단으로 설정하였다. 본 연구는 각 아파트 단지의 월별 음식물 쓰레기 배출량을 연구하며 38개월치 패널 구성하였으므로 실험집단과 통제집단의 관측치는 각각 456개였다. 실험집단과 통제집단의 Propensity Score 매칭 결과를 살펴보면 아래 <표 4-5>와 같다.

<표 4-5> 경향 점수 기초 분석

집단	obs	평균	표준 편차	최소값	최대값
실험집단 (RFID 도입)	456	0.062	0.029	0	0.13
통제집단_매 칭 이전 (RFID 미도입)	2318	0.090	0.029	0	0.141
통제집단_매 칭 이후 (RFID 미도입)	456	0.063	0.029	0	0.13

표에서 나타나고 있는 것과 같이 현재 RFID를 도입하고 있는 실험집단의 PS 평균은 0.062, 최소값은 0.029, 최대값은 0.13이었다. 경향 점수 매칭을 이용하여 통제집단을 매칭하기 전의 경우를 먼저 살펴보면 전체 관측치는 2318개, 평균은 0.090, 최소값은 0, 최대값은 0.141으로 실험집단의 경향 점수 매칭과 차이가 있었다. 최단거리법을 이용하여 매칭한 통제집단의 경우 경향 점수 매칭 기초 통계량이 매칭 이전과 비교하여 실험집단과 매우 유사해짐을 알 수 있다. 통제집단의 평균은 0.063으로 실험집단의 평균과 매우 비슷하였다. 최소값은 0로 실험집단과 동일하였으며, 최대값은 0.13로 실험집단과 동일하였다. 실험집단과 통제집단의 PS값의 분포를 도식화하여 나타내면 아래 <그림 4-4>과 같다. 그림에서 보여지는 것처럼 실험집단과 통제집단의 박스 플롯 그림은 매우 유사하게 나타나고 있다.

<그림 4-4> 경향점수 박스플롯

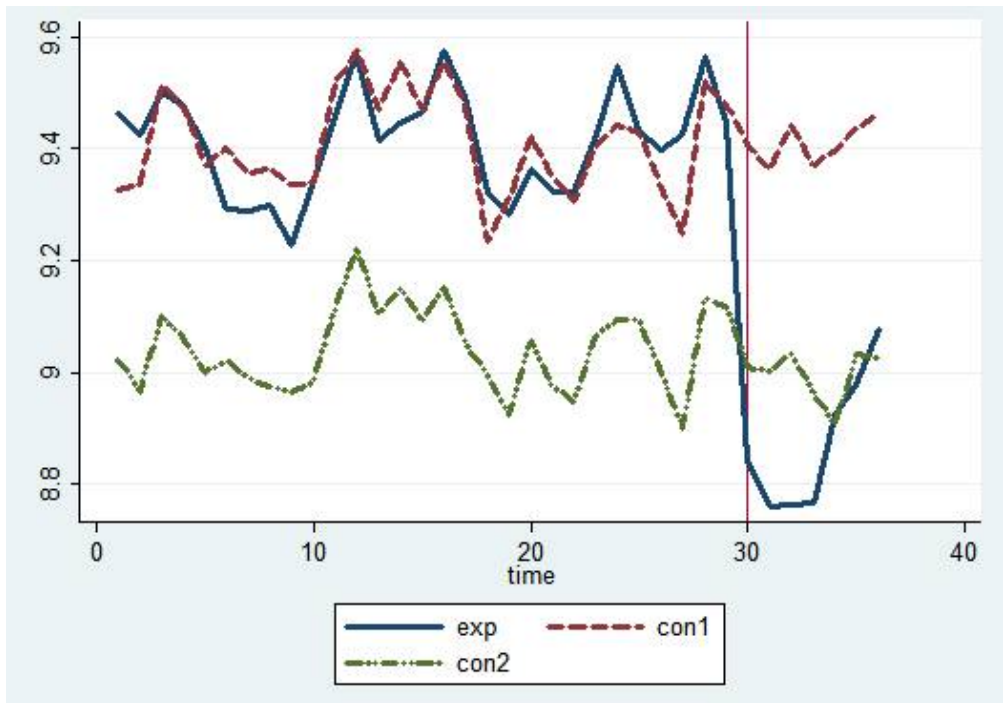




## 2) 종속변수의 기초통계분석

종속변수의 기초통계분석 결과는 다음과 같다. 아래 <그림 4-5>은 실험 집단과 통제집단 1, 통제집단 2의 월 평균 음식물 쓰레기 배출량의 로그값을 시점별로 나타낸 것이다. 점선은 실험 집단의 배출량 변화를 나타내며 위쪽의 붉은 점선은 경향점수매칭을 통하여 설정한 통제집단 1의 쓰레기 배출량 변화를, 아래쪽 녹색 점선은 마포구에서 단지별 종량제를 계속해서 시행하고 있는 아파트 단지 전체의 쓰레기 배출량 변화를 나타내고 있다. 실험집단인 12개 아파트 단지에서는 30번째 시점인 2016년 1월에 RFID 개별계량 방식을 도입하였다. 그림에서 확인할 수 있는 바와 같이 실험집단과 통제집단 1은 처리(treatment)가 가해지기 전 매우 유사한 배출량 양상을 보인다. 통제집단 2도 배출량의 평균값 자체는 실험집단 및 통제집단 1과 다소 차이가 있지만 경향성은 유사하게 나타나고 있다. 그러나 30번째 시점에서 세대별 종량제를 활용한 RFID 개별계량 방식이 도입되고 난 이후 실험집단의 음식물 쓰레기 배출량의 평균값이 감소하고 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 본 연구에서 실증하고자 하는 세대별 종량제의 효과를 확인할 수 있는 단초가 될 수 있다.

<그림 4-5> 실험/통제집단 월별 음식물 쓰레기 배출량 경향



다음으로 종속변수인 마포구 아파트 단지들의 월별 음식물 쓰레기 배출량의 로그값의 기초통계분석 결과는 다음과 같다. 2016년 1월에 RFID 방식을 도입하여 실험집단으로 선정된 공동주택 단지들을 대상으로 다음과 같은 기초 통계 분석 결과를 얻을 수 있다. 실험 집단의 정책 도입 이전 데이터는 12개 공동주택 단지의 38개월치 패널 데이터로 구성되어있으며 종속변수인 음식물 쓰레기 배출량의 관측치 수는 352개이다. 평균값은 9.318이며 최소값은 5.218, 최대값은 10.544이었다. 정책 도입 이후의 경우 5개월치 패널 데이터로 구성되어있는데 평균값은 8.888, 최소값은 7.482, 그리고 최대

값은 9.690으로 정책 도입 이전보다 작게 나타났다.

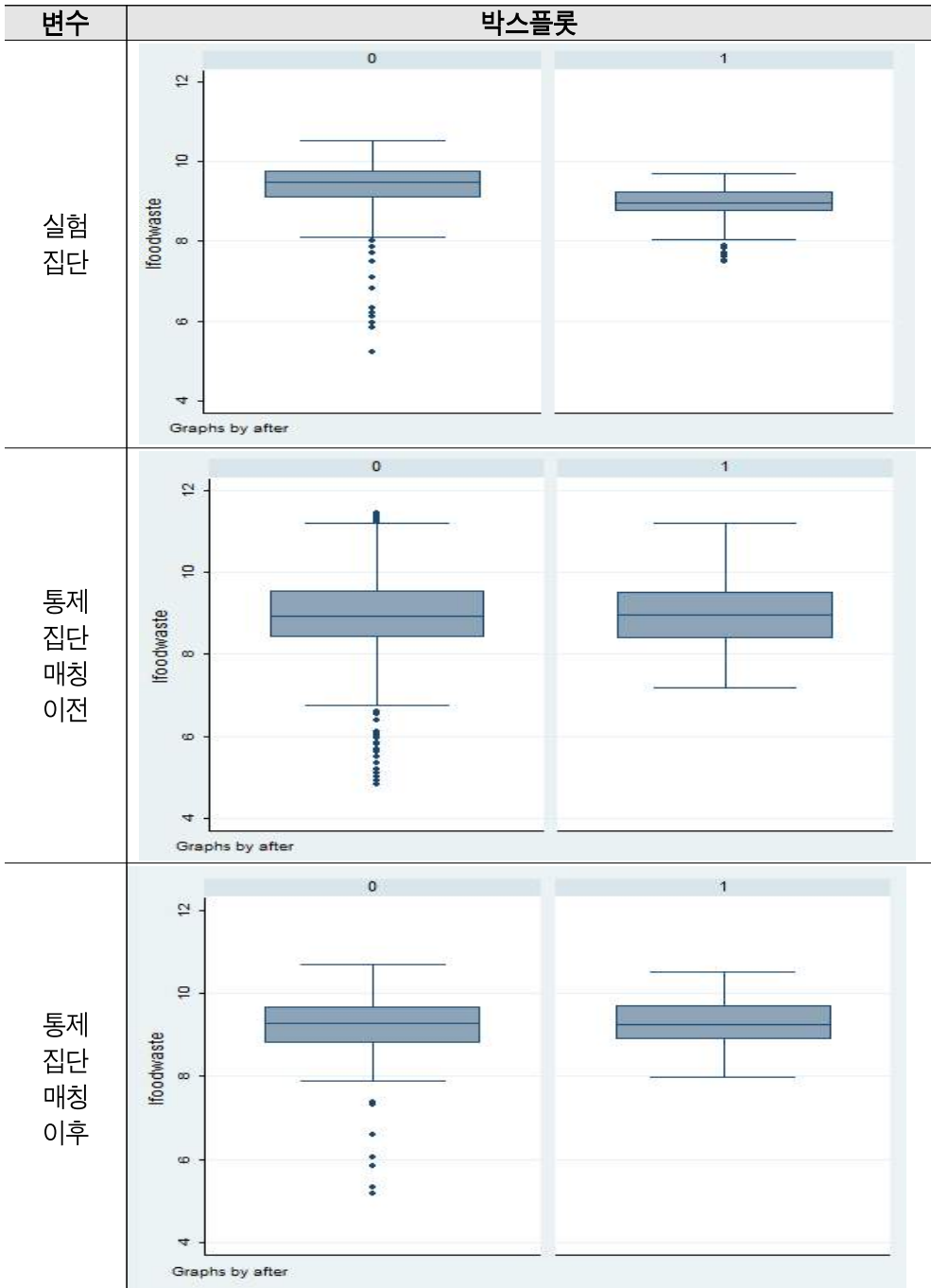
경향 점수 매칭 매칭 이전 통제집단의 경우 정책 도입 이전 관측치는 1871개, 평균은 8.985, 최소값은 4.828, 최대값은 11.447이었다. 정책 도입 이후에는 평균이 8.996으로 도입 이전보다 약간 증가하였으며 최소값과 최대값도 각각 7.177과 11.195로 정책 도입 값보다 크게 나타났다. 경향 점수 매칭 매칭을 통하여 구성된 통제집단의 경우 정책 도입 이전 평균은 9.216, 최소값은 5.187, 그리고 최대값은 10.687였다. RFID 개별계량 방식이 도입된 이후에는 평균이 9.265, 최소값이 7.992, 최대값이 10.507로 나타났다.

**<표 4-6> 실험/통제 집단 쓰레기 배출량의 기초통계분석**

변수	실험/ 통제 집단 여부	정책 시행 전/후	obs	평균	표준 편차	최소값	최대값
음식물 쓰레기 배출량	실험 집단	정책 이전	352	9.318	0.725	5.218	10.54 4
		정책 이후	84	8.888	0.549	7.482	9.690
	통제 집단 매칭 이전	정책 이전	1871	8.985	0.822	4.828	11.44 7
		정책 이후	427	8.996	0.717	7.177	11.19 5
	통제 집단 매칭 이후	정책 이전	370	9.216	0.744	5.187	10.68 7
		정책 이후	84	9.265	0.593	7.992	10.50 7

실험집단과 통제집단의 종속변수 기초통계량을 바탕으로 박스플롯을 그려보면 아래 <그림 4-6>과 같다. RFID 개별계량 방식 도입을 기준으로 하여 도입 이전과 이후의 박스플롯을 각각 그려보았다. 좌측은 정책 도입 이전 기초통계량을 바탕으로 그린 박스플롯이며 좌측은 정책 도입 이후 기초통계량을 바탕으로 그린 박스플롯이다. 실험집단의 경우 정책 도입을 기준으로 하여 도입 이전보다 도입 이후 종속변수 기초통계량이 눈에 띄게 줄어들었음을 알 수 있다. 반면 통제 집단 매칭 이전 기초통계량을 도식화한 박스플롯과 매칭 이후 기초통계량을 도식화한 박스플롯의 경우, 정책 도입 여부와 상관없이 음식물 쓰레기 배출량은 유사한 양상을 보이고 있음을 그림을 통하여 확인할 수 있다.

<그림 4-6> 실험/통제집단 쓰레기 배출량의 박스플롯



### 3) 독립/통제변수의 기초통계분석

본 연구의 통제변수는 모두 네 가지로 아파트 단지 내 세대 수, 평당 아파트 가격, 평균 가구원 수, 그리고 평균 연령 변수이다. 네 가지 통제변수들의 기초통계분석 결과를 살펴보면 아래 <표 4-7>와 같다. 종속변수의 경우와 마찬가지로 통제변수도 RFID 개별계량 시행 이전과 이후로 나누어 살펴보았다.

먼저 세대수 변수의 경우 실험집단의 정책 도입 이전 평균은 604.75, 최소값은 184, 최대값은 1036이었으며 정책 도입 이후 기초통계량도 이와 동일하였다. 경향 점수 매칭 매칭 이전 통제 집단의 경우 정책 도입 이전 관측치는 1891개, 평균은 531.787세대, 최소값은 160세대, 그리고 최대값은 3710세대였다. 정책 도입 이후 평균값도 531.787로 이와 동일하였으며 다만 표준편차가 523.526에서 524.001로 조금 증가하였다. 다음으로 평균 연령 변수를 살펴보면 실험집단의 정책 이전 관측치는 372개였으며 평균은 37.367, 최소값은 37.1, 최대값은 38.7세였다. 정책 도입 이후 관측치는 84개였으며 평균은 37.367, 최소값은 37.1세, 최대값은 38.7세로 정책 도입 이전과 동일하게 나타났다. 경향 점수 매칭 매칭 이전 통제 집단의 경우 정책 도입 이전 관측치는 1891개였고 평균은 40.908세로 실험집단에 비하여 조금 높았다. 경향 점수 매칭 매칭 이후 구성된 통제집단의 평균연령의 평균은 40.308세로 매칭 이전에 비하여 실험집단과 좀 더 유사하였다. 통제집단의 정책 도입 이전 최소값은 38.7세, 최대값은 42.2세로 나타났으며 정책 도입 이후의 경우에도 동일한 값을 가졌다. 평균 가구원 수 변수를 살펴보면 실험집단의 정책 도입 이전 관측치는 372개였으며, 평균은 2.97명, 최소값은 2.42명, 최대값은

3.08명이었다. 정책 도입 이후에도 기초통계량은 동일하였다. 통제 집단 매칭 이전 기초통계량은 다음과 같다. 정책 도입 이전 관측치는 1891개였으며 평균은 2.621명, 최소값은 1.82명, 최대값은 3.08명이었다. 정책 도입 이후 관측치가 427개로 바뀌었다. 마지막으로 아파트 가격 변수의 기초통계량을 살펴보면 실험집단의 정책 도입 이전 평균은 91.954, 최소값은 526.316, 그리고 901.961이었다. 정책 도입 이후 평균은 92.421이었으며 최소값과 최대값은 도입 이전과 동일하였다. 통제 집단의 매칭 이전 데이터의 경우 정책 도입 이전 관측치는 다른 변수들과 마찬가지로 1891개였다. 평균은 657.259, 최소값은 467.174, 최대값은 961.359였다. 정책 도입 이후의 기초통계량 값도 동일하였다. 매칭 이후 평균값은 648.175, 최소값은 529.412, 최대값은 961.359였다.

<표 4-7> 독립/통제 변수의 기초통계분석

변수	실험/ 통제 집단 여부	정책 시행 전/후	obs	평균	표준 편차	최소값	최대값
세대수	실험 집단	정책 이전	372	604.75	248.93 6	184	1036
		정책 이후	84	604.75	250.09 4	184	1036
	통제 집단 매칭 이전	정책 이전	1891	531.78 7	523.52 6	160	3710
		정책 이후	427	531.78 7	524.00 1	160	3710
	통제 집단	정책 이전	372	604.66 7	400.33 4	219	1807

	매칭 이후	정책 이후	84	604.66 7	402.19 6	219	1807
평균 연령	실험 집단	정책 이전	372	37.367	0.597	37.1	38.7
		정책 이후	84	37.367	0.599	37.1	38.7
	통제 집단 매칭 이전	정책 이전	1891	40.908	1.144	37.1	42.2
		정책 이후	427	40.331	1.145	37.1	42.2
	통제 집단	정책 이전	372	40.317	1.234	38.7	42.2
		정책 이후	84	40.317	1.239	38.7	42.2
평균 가구원 수	실험 집단	정책 이전	372	2.97	0.246	2.42	3.08
		정책 이후	84	2.97	0.247	2.42	3.08
	통제 집단 매칭 이전	정책 이전	1891	2.621	0.185	1.82	3.08
		정책 이후	427	2.621	0.185	1.82	3.08
	통제 집단	정책 이전	372	2.585	0.115	2.41	2.88
		정책 이후	84	2.585	0.116	2.41	2.88
아파트 가격	실험 집단	정책 이전	372	779.87 6	91.954	526.31 6	901.96 1
		정책 이후	84	779.87 6	92.421	526.31 6	601.96 1
	통제 집단 매칭 이전	정책 이전	1891	657.25 9	104.25 5	467.17 4	961.35 9
		정책 이후	427	657.25 9	104.35 3	467.17 4	961.35 9
	통제 집단 매칭 이후	정책 이전	372	768.24 3	100.38 1	499.54 5	883.53 9
		정책 이후	84	768.24 3	100.89 1	499.54 5	883.53 9



## 2. 이중차감법(Difference in Difference) 분석

이중차감법(Difference In Difference) 방식을 활용한 실증 분석 결과는 다음과 같다. 아래 <표 4-8>는 경향 점수 매칭 기법을 이용하여 통제집단을 설정했을때의 분석 결과이며, <표 4-9>은 마포구에서 차량계량 RFID 방식을 사용하는 전체 아파트 집단을 통제 집단으로 설정하였을 때의 분석 결과이다.

먼저 경향 점수 매칭을 통하여 구성한 12개 통제 집단과 12개 실험 집단을 대상으로 한 이중차감법 분석 결과를 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째 모형에서는 통제 변수를 포함하지 않고 정책효과를 나타내는 Treatment변수와 After변수의 교호항(interaction term)과 Treatment 변수, 그리고 정책 이전과 이후를 나타내는 After 변수 세 가지만을 모형에 포함시켰다. 그 결과 정책 도입의 순 효과를 나타내는 교호항의 회귀계수값이 -0.480으로 나타났으며 통계적으로 매우 강력한 유의성을 가졌다. 이 외에 실험집단이 비교 집단과 비교하여 가지는 특성을 나타내는 실험집단 특성효과 변수의 경우에도 통계적으로 유의하게 나타났으며 계수값은 0.102였다. 통제 변수를 포함하여 돌린 모형 2에서도 독립 변수들의 결과는 동일하게 나타났다. 먼저 가장 중요한 변수인 교호항 변수의 경우 모형 1에서와 마찬가지로 통계적으로 매우 유의하게 종속변수에 부(-)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으며 계수값은 -0.488로 모형 1에서의 경우와 거의 동일하였다. 이는 RFID 개별 계량 방식의 도입이 효과적으로 음식물 쓰레기 배출량을 감량시키고 있다는 것을 뜻한다. 이 외에 실험집단 특성효과 변수 또한 유의미하게 나타났으며 회귀 계수값은 0.275였다. 모형 3에서는 여름, 가을, 겨울의 계절

더미를 모형에 포함하여 계절성(seasonality)을 통제하고자 하였다. 계절 더미를 포함한 이후에도 분석 결과는 크게 달라지지 않았다. 모형 3에서 정책 효과를 나타내는 교호항의 계수값은 -0.489였으며 통계적으로 매우 유의하였다.

<표 4-8> DID 분석 결과(통제집단 매칭)

Ifoodwaste	모형 1		모형 2 (통제변수 포함)		모형 3 (통제변수, 계절더미 포함)	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Treatment* After (정책효과)	-0.480* **	0.121	-0.488* **	0.086	-0.489* **	0.085
Treatment (실험집단 특성효과)	0.102**	0.053	-0.090	0.072	-0.090	0.071
After (정책이후)	0.049	0.085	0.071	0.060	0.116**	0.060
세대수			0.002** *	0.000	0.002** *	0.000
아파트 가격 (평당)			0.000	0.000	0.000	0.000
평균연령			-0.065* **	0.019	-0.065* **	0.019
평균 가구원수			-0.116	0.095	-0.114	0.094
여름					-0.080* *	0.047
가을					0.159** *	0.051
겨울					0.047	0.049
_cons	9.216	0.037	3.544	1.091	11.127	0.861
n of obs	890		840		840	
R_squared	0.0280		0.4861		0.5023	
Adj R_squared	0.0247		0.4821		0.4963	

통제변수 중 유의미하게 도출된 변수는 세대수와 평균연령으로 나타났다. 먼저 세대수가 많은 아파트단지일수록 음식물 쓰레기 배출량이 많았다. 평균 연령 변수의 경우 평균 연령이 낮을수록 쓰레기 배출량이 많은 것으로 나타나 Houtven and Morris(1999), Reschovsky and Stone(1994)의 연구에서 도출된 결과와 동일하였다. 또한 계절 더미 변수 중 여름일수록 음식물 쓰레기 배출량이 적은 것으로 파악되었다. 이는 본 연구의 연구대상인 마포구 아파트 단지 거주자들의 특성에서 기인하는 것이라고 할 수 있다. 마포구의 평균 연령은 40.3세로 서울시 평균 연령인 41세보다 낮으며, 본 연구의 실험 집단인 마포구 월드컵 단지의 평균 연령은 약 37세로 이보다 더 낮다. 김혜인(2011)에 따르면 특히 맛별이를 하는 젊은 세대일수록 무더운 계절에는 외식을 즐겨할 가능성이 높다는 점을 지적한다. 다음으로 가을 계절 더미의 경우 유의미한 양의 상관관계를 가지고 있는 것으로 도출되었는데, 이는 계절별 음식물 쓰레기 배출에 관한 일반적 경향과 일치한다(환경부, 2011).

다음으로 통제집단을 매칭하지 않고 마포구 73개 아파트 단지 중 RFID 차량계량 방식을 사용하고 있는 61개 아파트 단지 전체를 통제집단으로 설정하여 이중차감법을 활용한 회귀분석을 실시하였다. 정책 도입의 순 효과를 나타내는 변수는 통제집단을 매칭하여 도출한 결과와 다르지 않았다. 실험집단을 나타내는 Treatment 변수와 정책 도입 이전과 이후를 나타내는 After 변수의 교호항인 정책효과 변수는 통제 변수를 포함한 모형과 포함하지 않은 모형 모두에서 유의미하게 나타났으며 부호는 음수(-)였다. 또한 계수값은 통제 변수를 포함하지 않았을 때 -0.441, 통제 변수를 포함하였을 때 -0.436으로 통제집단을 매칭하여 분석한 경우와 대동소이하였

다. 통제집단과 비교하여 실험집단이 가지는 특성 효과의 경우에도 통제변수를 포함하지 않은 모형과 포함한 모형 모두에서 강력하게 유의미하게 도출되었으며 부호의 방향은 양(+)으로 도출되었다. 세 번째 모형에서는 여름, 가을, 겨울의 계절 더미를 추가하여 분석하였다. 계절성(seasonality)을 통제한 이후에도 여전히 교호항은 매우 유의미하게 부(-)의 영향력을 발휘하고 있는 것으로 나타나고 있다. 또한 실험 집단을 매칭한 경우와 다르게 실험집단 특성효과 변수가 유의미하게 (+)로 나타났다. 이는 실험집단이 통제집단에 비하여 음식물 쓰레기 배출량이 많은 특성을 지니고 있었다는 것을 의미한다.

통제변수들의 분석 결과를 살펴보면, 세대수가 많을수록, 평균 가구원수가 많을수록 음식물 쓰레기 배출량이 많은 것으로 분석되어 선행연구와 일치하는 결과를 보였다. 또한 아파트 가격이 높은 곳일수록 음식물 쓰레기 배출량이 많은 것으로 분석되어 소득 수준이 높을수록 쓰레기 배출량이 많다는 Reschovsky and Stone(1994)의 결과와 일치하였다. 또한 통제집단을 매칭하였을 때와 마찬가지로 여름에는 음식물 쓰레기 배출량이 감소하는 것으로 나타났고 가을에는 증가하는 것으로 나타났다. 앞서 설명한 바와 같이 이는 본 연구의 연구 대상인 마포구 주민들의 특성에서 기인하는 것으로 여겨진다.

<표 4-9> DID 분석결과(통제집단 매칭하지 않음)

lfoodwaste	모형 1		모형 2 (통제변수 포함)		모형 3 (통제변수, 계절더미 포함)	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Treatment* After (정책효과)	-0.441* **	0.105	-0.436* **	0.078	-0.436* **	0.078
Treatment (실험집단 특성효과)	0.333** *	0.046	0.160** *	0.050	0.160** *	0.050
After (정책이후)	0.011	0.042	0.017	0.031	0.047	0.032
세대수			0.001** *	0.000	0.001** *	0.000
아파트 가격 (평당)			0.000** *	0.000	0.000** *	0.000
평균연령			0.003	0.011	0.003	0.011
평균 가구원수			0.189** *	0.060	0.189** *	0.059
여름					-0.068* **	0.031
가을					0.112** *	0.033
겨울					0.042	0.032
_cons	8.985	0.018	7.609	0.504	7.581	0.501
n of obs	2734		2621		2621	
R_squared	0.0204		0.4764		0.4834	
Adj R_squared	0.0193		0.4750		0.4814	

## 제 5절 소결

본 연구에서는 이중차감법을 활용한 회귀 분석을 시도하여 RFID 차량계량방식에서 RFID 개별계량방식으로의 변화가 음식물 쓰레기 감량에 효과적이었음을 밝혔다. 이는 종량제 효과를 견인하는 두 가지 논리인 ‘세대별 종량제’와 ‘배출 수수료 인상’ 중 세대별 종량제의 효과를 살펴본 것이라 할 수 있다. 세대별 종량제는 인센티브 방식 중 개인 인센티브(individual incentive)에 근거한 것으로, 개인 인센티브는 집단 인센티브가 야기하는 무임승차(free riding)와 사회적 태만(social loafing)을 효과적으로 방지할 수 있는 수단으로 여겨져왔다. 그러나 개인의 성과를 정확하고 객관적으로 측정하는 것이 어려웠기 때문에 그 동안의 개인 인센티브 관련 연구들은 매우 제한적인 방식으로 개인의 성과를 측정해왔다. 그러나 본 연구의 연구 배경인 음식물 쓰레기 종량제의 경우 RFID 방식이 도입됨에 따라 세대별 음식물 쓰레기 배출량을 정확하게 측정하는 것이 가능해졌으며 이를 통하여 개인 인센티브가 무임승차와 사회적 태만 현상을 방지한다는 것을 실증할 수 있었다.

또한 이는 쓰레기 종량제를 다룬 기존의 연구에서 밝히지 못하였던 세대별 종량제의 쓰레기 감량 효과성을 실증한 것이기도 하다. 그 동안 쓰레기 종량제의 효과에 대해서는 다양한 실증분석 연구들이 시행되었다. 그러나 정광호 외(2007), 홍성훈(2001), 이민상과 조준택(2013)의 연구와 같이 대부분이 세대별 종량제의 효과와 배출 수수료 인상의 효과를 구분하지 못하는 형태로 분석이 이루어졌다. 세대별 종량제의 쓰레기 감량 효과와 우월성을 입증하는 것은 향후 RFID 개별계량 방식의 도입을 견인하기 위하여 매우 중요하

다. 단지별 종량제를 주로 활용하고 있는 자치구에서는 배출 수수료를 인상하면 세대별 종량제를 도입하지 않고도 음식물 쓰레기를 감량할 수 있다고 주장하며 RFID 개별계량 방식의 도입을 거부하고 있고 있기 때문이다. 따라서 본 연구의 결과는 향후 RFID 개별계량 방식의 도입을 견인하는 증거로 활용될 수 있을 것이다.

또한 본 연구를 통하여 세대별 종량제 방식을 기반으로 한 RFID 개별계량 방식의 원활한 도입과 작동을 위하여 어떠한 요건이 갖추어져야 하는지 파악하여 볼 수 있다. 단지별 종량제에서 세대별 종량제로의 변화는 McDenel and Elmore(1987)의 네 가지 정책 수단 중 ‘체제 변화(system changing)’에 해당한다. McDenel and Elmore(1987)는 새로운 인센티브 방식의 변화가 도입 주체들의 심각한 저항에 직면할 수 있음을 경고하고, 이를 해결하기 위하여 정부가 지속적인 정책 홍보와 설득을 해나가야 함을 강조하고 있다. 따라서 환경부와 서울시는 향후 RFID 방식의 원활한 도입을 위하여 세대별 종량제를 기반으로 한 RFID 개별계량 방식의 쓰레기 감량 효과를 실증적 증거를 지속적으로 홍보하고 자치구와 지역 주민들을 설득해나가야 할 것이다.

## 제 5장 배출 수수료 인상효과 분석

### 제 1절 서론

본 연구의 목표는 배출 수수료의 인상에 음식물 쓰레기 배출량에 미치는 영향을 실증하는 것이다. 이를 위하여 서울시 성북구에서 RFID 개별계량 방식을 활용하고 있는 아파트 단지 12개를 대상으로 하여 시계열 분석을 실시하였다. 서울시 성북구에서는 2014년 5월 12개 아파트 단지를 대상으로 하여 RFID 개별계량 방식을 시행한 이후 2015년 7월에 배출 수수료를 1Kg당 75원에서 100원으로 인상하였다.

오염세(emission fee)는 시장 원리를 활용하여 오염의 배출량을 감소시키려는 피구세(pigouvian tax)의 일종으로(Rogen, 2015), 오염세를 인상하면 오염의 배출량이 감소할 것이라고 예상한다. 그러나 쓰레기 종량제의 쓰레기 감량효과를 다룬 기존 선행연구들은 정액제 방식과 종량제 방식을 단순 비교함으로써 배출 수수료 인상의 효과와 단위별 부과(unit-based pricing)의 효과를 구분하지 못하였다. 정액제 방식에서 종량제 방식으로 변화할 때 배출 수수료 인상과 단위별 부과 방식이 동시에 시행되기 때문이다. 뿐만 아니라 종량제 도입 이후 배출 수수료 인상을 다룬 기존 연구들도 매우 미미한 정도의 배출 수수료 인상 사례를 대상으로 연구를 진행하여 수수료 인상의 효과를 보수적으로 분석할 수 없었다. 따라서 배출 수수료 인상에 대한 상반적인 실증 결과들이 존재한다.

본 연구의 필요성은 크게 네 가지로 분류하여볼 수 있다. 첫



번째, 오염세(emission fee) 원리를 기반으로 하는 배출 수수료 인상이 음식물 쓰레기 감량에 미치는 효과를 면밀하게 분석하여 볼 수 있다. 배출 수수료는 시장 원리를 활용하여 오염 배출량을 줄이고자 도입한 오염세의 일종(이준구, 2016)으로, 수수료가 높아지면 오염 발생량이 줄어들 것이라고 예상하여볼 수 있다. 그러나 배출 수수료의 인상이 쓰레기를 감량하지 못한다는 주장도 존재한다. Jenkins(1993)는 쓰레기 배출량은 가격 비탄력적임을 실증하였으며, 홍성훈(2001)은 쓰레기 배출량은 수수료보다는 계절이나 가구원수와 같은 요인에 더 많은 영향을 받음을 밝혔다. 그러나 현재까지 우리나라에서 이루어진 쓰레기 배출량과 배출 수수료와의 관계를 다룬 연구들은 대부분 1Kg 당 5원 정도의 매우 작은 수수료 인상폭을 대상으로 연구를 진행하였다. 본 연구의 대상인 성북구의 경우 1Kg당 배출 수수료가 75원에서 100원으로 25원 인상되었다. 따라서 보다 보수적인 시각에서 배출 수수료 인상의 효과를 엄밀하게 검토하여 볼 수 있다.

두 번째, 배출 수수료 인상의 효과만을 도출하여 엄밀한 분석을 시도하였다. 우리나라에서 쓰레기 종량제의 효과를 밝히고자 한 연구들은 다수 존재한다. 그러나 대부분의 연구들에서 우리나라 쓰레기 종량제의 주요 정책 수단인 세대별 종량제의 도입과 배출 수수료 인상의 효과가 분리되지 않은채로 분석되었다. 폐기물 쓰레기 종량제의 효과를 분석한 홍성훈(2001)의 연구뿐만 아니라 음식물 쓰레기 종량제의 효과를 다룬 이민상과 조준택(2013)의 연구에서도 이와 같은 문제점을 살펴볼 수 있다. 선행연구들의 경우 대부분 정액제/무상수거 방식과 쓰레기 종량제 방식의 쓰레기 배출량을 비교하였다. 그러나 정액제나 무상수거 방식에서 종량제 방식으로의 변

화는 세대별로 배출한 양에 비례하여 배출 수수료를 납부하는 단위별 부과(unit-based pricing)와 개인 인센티브(individual incentive)의 원리뿐만 아니라 배출 수수료를 인상함으로써 쓰레기 배출량을 줄이고자 하는 오염세(emission fee)의 원리를 모두 포함한다. 본 연구의 연구 대상인 성북구의 경우, 세대별 종량제를 기반으로 한 RFID 개별계량 방식을 활용하고 있는 12개 단지를 대상으로 배출 수수료의 인상 효과를 분석하였다. 따라서 배출 수수료의 인상이 음식물 쓰레기 배출량에 미친 효과만을 분리하여 분석할 수 있었다.

세 번째, 본 연구에서는 배출 수수료의 인상이 McDonel and Elmore(1987)가 제시한 네 가지 정책수단 중 ‘명령’에 해당한다고 보고, 정책 수단적 관점에서 배출 수수료 인상이 정책 목표를 달성하지 못하고 있는 이유를 밝히고자 한다. 음식물 쓰레기 배출 수수료는 시장 원리를 이용하여 오염 물질의 배출을 줄이고자 하는 오염세(emission fee)의 일종으로(이준구, 2011), 수수료가 올라가면 자연스럽게 쓰레기 배출량도 줄어들 것이라고 예상할 수 있다. 그러나 본 연구 결과 배출 수수료의 인상은 음식물 쓰레기 배출량 감량에 효과가 없는 것으로 나타났다. 정책 수단적 관점에서의 연구는 배출 수수료의 인상이 경제학적으로 효과가 나타나야 하는 수단임에도 불구하고 왜 정책 목표를 달성하지 못하는지에 대한 포괄적인 설명을 제시하여 줄 수 있다.

마지막으로 본 연구는 배출 수수료 인상이 음식물 쓰레기 배출량에 미치는 영향이 미미함을 실증함으로써 RFID 개별계량 방식의 도입을 위한 근거를 마련할 수 있다. 배출 수수료의 인상은 RFID 개별계량 방식을 포함한 모든 음식물 쓰레기 종량제 방식에서 활용될 수 있는 정책 수단이다. 그러나 세대별로 정확히 쓰레기 배

출량을 계량하여 수수료를 부과하는 세대별 종량제 방식은 RFID 개별계량 방식을 통해서만 엄밀하게 도입 가능하다. 따라서 RFID 개별계량 방식의 경제성을 보다 명확하게 드러내어 주고 있는 정책 수단은 배출 수수료 인상보다는 세대별 종량제의 도입이라 할 수 있다. 환경부에서는 이러한 판단 하에 세대별 종량제(RFID 개별계량 방식)를 도입하여 음식물 쓰레기를 감량하고자 한다. 그러나 그럼에도 불구하고 2년 반이 지나는 동안 서울시 아파트 단지의 약 20%에 해당하는 400여개 단지에서만 RFID 개별계량 방식이 활용되고 있는 실정이다. RFID 개별계량 방식의 도입을 반대하는 자치구에서는 배출 수수료의 인상을 통하여 충분히 음식물 쓰레기 배출량을 감량할 수 있을 것이라고 판단하며 RFID 개별계량 방식의 도입을 주저하고 있다. 따라서 배출 수수료 인상의 효과가 미미함을 밝힘으로써 향후 RFID 개별계량 방식의 도입 활성화를 견인할 수 있는 근거를 마련할 수 있다.

## 제 2절 배경이론의 검토

### 1. 쓰레기 종량제와 시장 원리의 활용

쓰레기 종량제는 경제학자들로부터 쓰레기 배출량을 감소하고 재활용을 증진시킬 수 있는 효과적인 방법으로 꼽혀왔다(Houtven and Morris, 1999). 쓰레기 종량제에 대한 정의는 학자들마다 조금씩 다르지만 ‘쓰레기 배출자가 오염 배출량에 대한 경제적 부담을 감수한다는 것(polluter pays principle)’과 ‘경제적 인센티브 및 경제적 유인을 활용하여 쓰레기 배출자들의 행동 변화를 이끌어낸다’는 논리는 공통적으로 포함하고 있다고 할 수 있다. 즉 쓰레기 종량제는 경제적 인센티브를 제공하는 시장 기제를 작동시킴으로써 효과적 쓰레기 감량을 꾀하는 정책이라고 할 수 있다(Reschovsky and Stone, 1994). 쓰레기 종량제 이전에 쓰레기 수거는 정부에서 수거 비용을 전액 부담하는 무상수거 방식이나 일정 기간 동안 고정된 액수만큼만 납부하면 되는 정액제(fixed fee 혹은 flat rate system) 방식으로 이루어졌다. 현재 미국은 아직도 대부분의 지방자치단체에서 정액제나 무상 수거 방식을 이용하고 있으며, 우리나라의 경우에도 음식물 쓰레기 종량제가 광범위하게 도입된 2013년 이전에는 정액제를 활용하는 지방자치단체가 대부분이었다. 정액제 방식에서 시민들은 지방정부가 정한 일정액만큼만 세금을 내면 얼마든지 쓰레기를 배출할 수 있다. 정액제와 무상 수거 방식이 가지는 가장 큰 문제점은 이 제도들이 무임승차(free riding) 현상을 막지 못하기 때문에 과세의 공평성(equity)을 저해한다는 점에 있다

(Batllell and Hanf, 2008). 쓰레기를 적게 배출한 사람과 많이 배출한 사람이 모두 같은 액수의 수거 비용을 부담하거나 혹은 전혀 부담하지 않기 때문에 같은 비용으로 더 많은 양의 쓰레기를 배출하려는 무임승차자가 생길 수밖에 없으며 무임승차자의 발생은 쓰레기 배출의 증가로 이어질 수 있다.

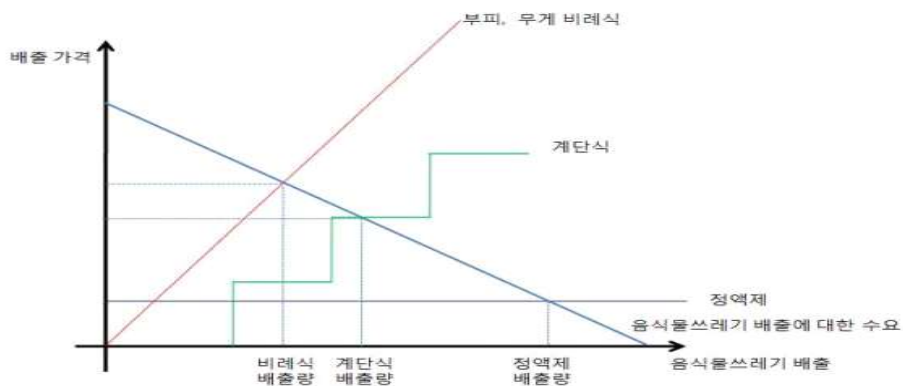
이러한 측면에서 경제적 인센티브를 활용한 쓰레기 종량제 방식은 무임승차 행위를 최소화할 수 있을 뿐만 아니라 쓰레기 배출량을 감소할 수 있는 장점이 있다. 정액제는 쓰레기 배출량과 상관없이 배출 가격이 정해지므로 쓰레기 배출량이 종량제 방식에 비하여 많을 수밖에 없다. 이에 비하여 종량제 방식은 쓰레기 배출량을 부피로 재는 방식과 무게로 재는 방식으로 나뉘어지는 등 종량제 내에서 방식에 따라 다소간의 차이가 발생하나, 기본적으로 배출한 쓰레기량에 비례하여 배출 수수료를 부담하기 때문에 정액제 상황에서보다 쓰레기가 더 적게 발생할 수밖에 없는 것이다. Reichenbach (2008)는 효과적인 쓰레기 종량제의 작동을 위한 요소로 다음과 같은 세 가지 요소를 꼽고 있다. 먼저 첫 번째는 쓰레기의 배출원(source)를 정확하게 파악하는 것이다. 배출원을 정확히 파악하는 것은 곧 누구에게 배출 수수료를 부과할 것인지에 대한 공평성에 직결되는 문제이기 때문에 종량제 시행 전 가장 기초적으로 파악되어야 하는 정보라 할 수 있다. 두 번째로 쓰레기 배출량에 대한 정확한 계량(measurement)에 대한 기술과 방법이 필요하다. 각 가구나 개인이 배출한 쓰레기량을 정확하게 파악할 수 없다면 종량제 정책에 대한 신뢰도는 떨어질 수밖에 없다. 마지막으로 단위별 부과(unit pricing)이 필요하다. 즉 쓰레기 배출에 대한 비용은 배출한 단위에 비례하여 부과되어야 한다는 것이다. 만일 똑같은 단위의

쓰레기를 배출하였다면 똑같은 양의 배출비가 배출량에 비례하여 부과되어야 한다.

## 2. 오염세와 배출 수수료의 부과

쓰레기 종량제는 오염세(emission fee)의 일종으로 이는 오염 배출량에 대하여 피구 조세(pigouvian tax)를 부과하는 것이다 (Rosen, 2004), 쓰레기 종량제가 쓰레기 배출량 감소에 미치는 영향의 작동 원리를 보다 자세히 살펴보면 다음과 같다. 아래 <그림 5-1>은 이민상과 조준택(2013)이 수행한 우리나라 음식물 쓰레기 종량제 효과에 대한 연구에서 제시된 그래프로, 정액제에 비하여 음식물 쓰레기 종량제가 어떻게 쓰레기 배출량을 감소시킬 수 있는지를 보여주고 있다.

<그림 5-1> 배출가격과 음식물 쓰레기 배출량



출처: 이민상/조준택 (2013)

위 <그림 5-1>에서 가로축은 음식물 쓰레기 배출량, 그리고 세로축은 단위당 배출 수수료(배출 가격)를 나타낸다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 정액제의 경우 쓰레기 배출 단위와 상관없이 일정한 값을 고정적으로 부과하므로 X축에 평행하다. 반면 부피 종량제나 무게 종량제의 경우 쓰레기 배출 단위에 비례하여 배출 가격이 정해지기 때문에 우상향하는 직선의 그래프로 나타낼 수 있다. 각 쓰레기 배출 방식에 따른 쓰레기 배출량은 쓰레기 배출량에 대한 수요 그래프와 접하는 지점에서 정해지는데 정액제의 경우 배출되는 음식물 쓰레기 배출량이 종량제 방식을 활용할 경우보다 더 많음을 알 수 있다. 뿐만 아니라 오염세는 각 오염자들이 오염감소의 한계비용이 요금과 같은 수준까지 오염을 줄이도록 유도한다. 이는 오염자 간 한계비용이 동일해지는 결과를 낳는데 이는 곧 비용효율적 결과라 할 수 있다(Rosen, 2004).

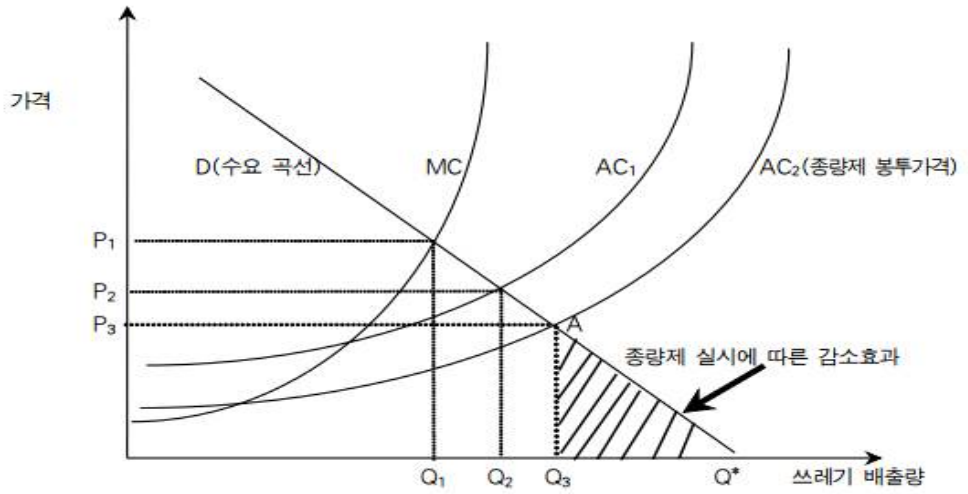
그렇다면 쓰레기 종량제 도입 시 적절한 수준의 쓰레기 배출 수수료는 어떤 수준에서 이루어져야 할까? 쓰레기 종량제의 적절한 부과는 종량제의 성과를 좌우하는 매우 중요한 요소이다(Fullerton and Kinnaman, 1996). 적절한 종량제의 부과는 경제적 인센티브를 활용한 쓰레기 배출량 감소에 긍정적 영향을 미치지만, 적절하지 못한 배출 수수료 부과는 종량제의 효과를 미비하게 만든다. Jenkins (1993)는 쓰레기 배출량은 쓰레기 배출 가격에 비탄력적이기 때문에 쓰레기 배출 가격의 조정이 배출량 감소에 영향을 미치지 못한다는 연구 결과를 발표한 바 있으며, 홍성훈 (2001)은 쓰레기 배출 가격의 상향조정은 배출량의 감소가 아니라 불법 투기 행태만을 조장할 것이라는 예측을 하기도 하였다. 그러나 반면 이진재 (2002)의 경우 서울시 관악구를 대상으로 진행한 연구에서 쓰레

기 봉투의 가격이 올라가면 쓰레기 배출량이 감소된다는 결과를 도출한 바 있다.

아래 <그림 5-2>은 쓰레기 종량제가 어떻게 효과적으로 작동할 수 있는지를 경제학적으로 설명한 그래프이다. <그림 5-2>에서 AC는 쓰레기 종량제 하에서 각 가구가 부담하여야 하는 쓰레기 배출의 평균 비용을 나타낸다. 즉 음식물 쓰레기 종량제 도입 전 우리나라 종량제 상황에서 AC는 쓰레기 처리를 위하여 필요한 쓰레기 처리 비용을 나타내며 D는 쓰레기 배출에 대한 수요 곡선을 나타낸다. 앞서 설명하였던 종량제 작동원리와 마찬가지로 쓰레기 배출량은 수요곡선과 배출 평균 비용이 접하는 지점에서 결정된다. 쓰레기 배출과 처리에 필요한 원래의 평균 비용 그래프를 AC1이라고 한다면 쓰레기 배출에 필요한 비용은 P2, 배출량은 Q2의 지점에서 결정될 것이다. 그러나 우리나라의 쓰레기 종량제의 경우 쓰레기 봉투의 가격이 쓰레기 처리 평균 비용인 P2의 절반에도 미치지 못하는 수준에서 부과되기 때문에 실제 쓰레기 배출량은 Q2보다 더 증가한 값인 Q3에서 결정될 가능성이 높다 (정광호 외, 2007).



<그림 5-2> 종량제 봉투 가격에 따른 폐기물 쓰레기 배출량



출처: 정광호 외(2007)

## 제 3절 연구의 설계

### 1. 연구대상 설정과 데이터 수집

#### 1) 연구 대상

본 연구에서는 Kg당 음식물 쓰레기 배출 수수료의 변화가 음식물 쓰레기 배출량에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 한다. 이를 위하여 성북구에 위치한 13개 아파트 단지들을 연구 대상으로 설정하였다. 서울특별시 성북구는 2013년 음식물 쓰레기 종량제가 처음 도입되었을 때 납부필증 방식을 이용한 종량제를 채택하였으며, 이후 2014년 5월 13개 아파트 단지들을 중심으로 RFID 개별계량 방식을 도입하여 사용하였다. 현재 음식물 쓰레기 배출 수수료는 각 자치구청에서 자율적으로 그 정도를 정하고 있으며, 인상이 필요하다고 판단될 경우 역시 자율적으로 인상하고 있다. 본 연구의 연구 대상인 성북구 13개 아파트 단지에서는 2014년 5월 RFID 개별계량 방식을 채택하여 사용하기 시작하였으며 이 당시 배출 수수료를 1킬로그램 당 75원이었다. 이후 2015년 7월에 자치구청에서 RFID 개별계량 방식의 배출 수수료를 1킬로그램 당 100원으로 인상하였다.

〈그림 5-3〉 배출 수수료의 인상



성북구에서 RFID 개별계량 방식을 사용하여 음식물 쓰레기를 배출하는 13개 아파트 단지들은 다음과 같은 사항들을 특징으로 한다. 먼저 수수료 인상과 이전 모두 RFID 개별계량 방식을 활용하고 있으므로 세대별로 배출한 만큼 쓰레기 배출 수수료를 부과하는 세대별 종량제 방식을 택하고 있다. 또한 배출된 음식물 쓰레기의 양을 무게 단위로 재고 있는 무게 종량제 방식을 사용하고 있다. 배출 수수료 인상과 이전의 사례에서 달라진 유일한 사항은 배출 수수료가 75원에서 100원으로 인상되었다는 점 하나이다.

〈표 5-1〉 배출 수수료 인상 이전과 이후 비교

	배출 수수료 인상 이전	배출 수수료 인상 이후
수수료 부과	세대별 부과 (세대별 종량제)	세대별 부과 (세대별 종량제)
배출량 측정	무게 종량제(Kg)	무게 종량제(Kg)
수수료	75원/Kg	100원/Kg

본 연구에서 성북구에 위치하고 있으며 그 중에서도 납부필증 방식에서 RFID 개별계량 방식으로 종량제 방식을 전환한 아파트 단지들을 대상으로 수수료 인상의 정책효과를 살펴보고자 하는 이유는 다음과 같다. 가장 먼저 성북구는 서울시에서 RFID 개별계량

방식 수수료를 인상한 두 자치구 중 하나이다. 이는 성북구가 서울시 내 자치구들 중 비교적 빨리 RFID 개별계량 방식을 도입한 구였기 때문이었던 것으로 보인다. 즉 2014년 5월에 서울시 자치구 중 선도적으로 RFID 방식을 도입하였다가 경험과 오류의 축적을 통하여 수수료 인상의 필요성을 느끼고 2015년 7월 수수료를 인상한 것으로 보인다. 이후 RFID 개별계량 방식을 도입한 자치구들은 대부분 1킬로그램 당 100원의 수수료를 책정하였다. 두 번째, 납부필증 방식이나 쓰레기 봉투 방식을 사용하는 구의 경우에도 배출 수수료를 인상한 경우가 왕왕 있으나, 인상 정도가 1킬로그램 당 10원 정도로 매우 미미하였다. 따라서 성북구의 사례는 서울시에서 가장 배출 수수료를 큰 폭으로 인상한 사례 중에 하나라 할 수 있으며, 배출 수수료 인상의 정책 효과를 가장 보수적으로 탐색하여 볼 수 있는 사례라고 판단되었다. 마지막으로 Lai et al.(2009)의 연구에서도 밝혀진 바와 같이 경제 주체들은 개인 인센티브 방식 하에서 더 인센티브의 정도에 민감하게 반응하는 경향이 있다. 즉 이는 아파트 단지 전체가 공동으로 음식물 쓰레기를 배출하고 전체 배출량을 바탕으로 책정되어진 수수료를 공동 부담하는 납부필증 방식이나 RFID 차량계량 방식에 비하여 RFID 개별계량 방식에서 각 세대가 수수료의 정도에 더 민감하게 반응할 수 있다는 점을 시사한다. 따라서 이와 같은 이론적 토대 위에서 개별 인센티브 방식을 택하고 있는 RFID 개별 계량 방식을 이용하는 아파트 단지들을 선정하여 연구하는 것이 배출 수수료의 효과를 보다 정밀하게 탐색할 수 있게 해줄 것이라고 예상하였다.

## 2) 데이터 수집

연구를 위한 데이터는 2015년 10월부터 2016년 8월까지 이루어졌다. 성북구에서 RFID 개별계량 방식의 배출 수수료를 인상한 시기는 2015년 7월로, 배출 수수료 인상의 효과가 나타날 때까지 적어도 일년 이상의 시간이 필요할 것으로 판단되었다. 따라서 종속변수인 쓰레기 배출량의 경우 2015년 10월부터 수수료가 인상된 지 일년이 지난 2016년 8월까지 지속적으로 추적하여 수집하였다. 통제변수에 해당하는 아파트 관련 데이터들은 한국 감정원과 국토해양부, 서울시 홈페이지를 통하여 수집할 수 있었다.

## 2. 가설의 설정

또한 음식물 쓰레기 종량제는 시장 유인 수단을 이용하여 음식물 쓰레기 배출량을 감소시키려는 노력의 일환으로 쓰레기 배출량 당 부과되는 수수료가 시장 유인의 핵심 요소가 되어 쓰레기 발생량을 줄이고 재활용률을 증진시킬 수 있다(Miranda et al., 1994). 즉 음식물 쓰레기 종량제 정책은 쓰레기가 과다하게 발생하는 외부불경제 현상에 일종의 세금을 부여하는 피구세(pigouvian tax)의 일종이라고 할 수 있다 (이영환, 2005). RFID 개별계량 방식에서는 배출 수수료를 정책 도구로 활용하여 음식물 쓰레기 수거/처리비에 대한 주민 부담률이 낮아 자치구의 재정적 부담이 심화되는 문제점을 해결하고 쓰레기 배출량을 감량하고자 한다. 현재까지 가격 유인을 활용한 폐기물 감량화 정책화에 대한 연구는 국내외적으

로 매우 다양하게 수행되어왔다(서재호/정광호, 2007). 그러나 적절한 수준의 단위 당 수수료를 책정하기가 어렵다는 점은 쓰레기 종량제의 한계로 꼽혀왔으며, 종량제 쓰레기 봉투 가격의 인상이 생활 폐기물 감소에 미치는 영향을 확인할 수 없다는 연구도 존재한다(홍성훈, 2001). Jenkins(1993)에 따르면 쓰레기 배출량은 가격에 비탄력적이며, 홍성훈(2001)은 쓰레기 배출량은 계절이나 가구원 수와 같은 요인에 더 많이 영향받는다고 보기도 하였다. 또한 우리나라의 경우 쓰레기 종량제 봉투 가격(수수료)이 쓰레기 처리 평균 비용의 절반에도 미치지 못하는 수준에서 부과되기 때문에 쓰레기 배출량이 감소하기 힘들다는 지적도 있다 (정광호 외, 2007). 정책 수단의 관점에서 배출 수수료의 인상은 명령(mandate)에 해당한다. 즉 이는 정책 수혜자들로부터 특정 행위를 이끌어내기 위하여 강제적으로 적용되는 규칙으로, 구체적인 정책 집단을 타겟팅하여 단시간에 효과를 이끌어낼 수 있다. 그러나 강제적이며 규제적 성격을 지니고 있기 때문에 정책 공급자와 수혜자 간 갈등이 발생할 가능성이 있으며, 정책 집행에 필요한 충분한 정보(information)가 존재해야만 제대로 작동한다. 즉 어느 정도 수준의 규제를 도입해야 정책 효과가 나타나는지에 대한 정보를 정책 결정자가 가지고 있어야 한다(McDonel and Elmore, 1987). 따라서 본 연구에서는 쓰레기 배출 수수료가 음식물 쓰레기 배출량에 미치는 영향에 따라 살펴보고자 하며 다음과 같은 첫 번째 가설을 설정하였다.

**H1: 음식물 쓰레기 배출 수수료가 높을수록 음식물 쓰레기 배출량이 감소할 것이다.**

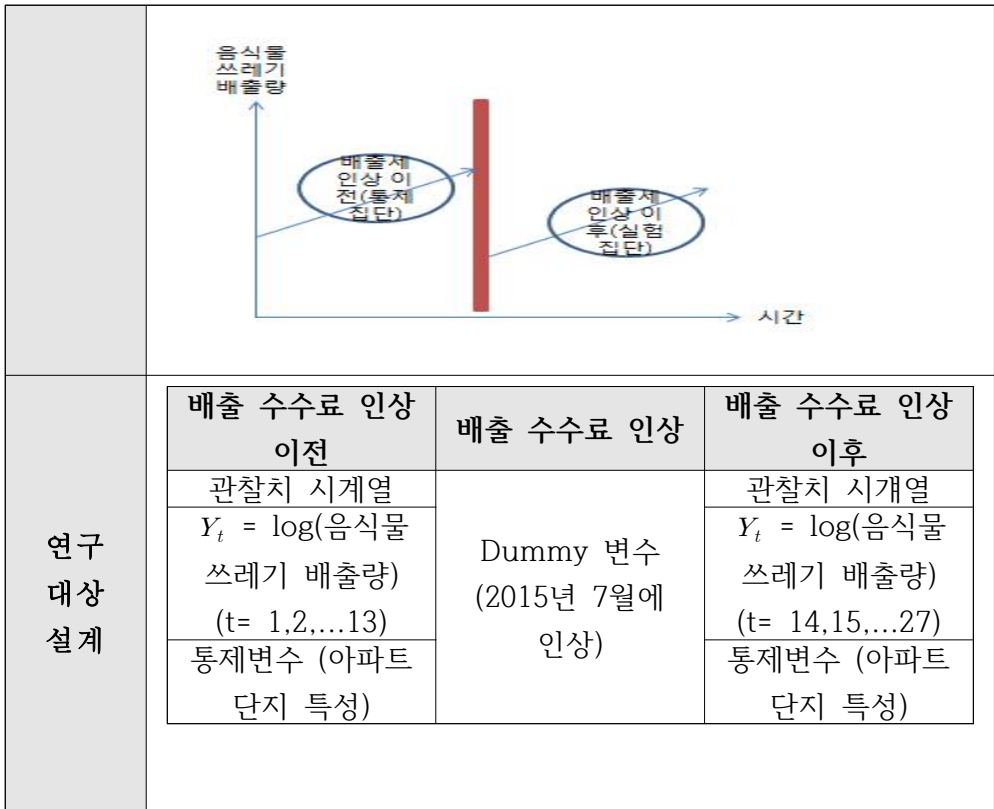
### 3. 연구의 모형

본 연구은 RFID 개별 계량 방식을 활용하고 있는 성북구 내 13개 아파트 단지들을 대상으로 2014년 5월부터 2016년 7월까지 27개월 간 패널 데이터를 구축하고 이를 통하여 시계열 분석을 실시하고자 한다. 본 연구의 독립변수는 RFID 배출 수수료이며 종속 변수는 월별 음식물 쓰레기 배출량이다.

본 연구의 기본 모형과 준실험 설계를 살펴보면 아래 <표 5-2>와 같다. 시계열 기본 모형에서 살펴볼 수 있는 바와 같이 본 연구는 하나의 실험집단을 대상으로 실험 전/후의 관찰값들을 비교하는 모형으로 본 연구에서 실험의 처리(treatment)에 해당하는 것은 RFID 개별계량 배출 수수료가 75원에서 100원으로 변화한 것이다. Cook and Campbell(1979)은 이러한 형태의 시계열 모형을 단순 개입 시계열(interrupted time series) 모형이라 정의하였으며 이러한 시계열 모형에서 정책 효과를 분석함에 있어 성숙요인, 계절요인, 역사요인 등의 영향을 효과적으로 통제해야 함을 밝히고 있다.

<표 5-2> 시계열 연구의 설계

구분	내용
자치구	성북구
연구 기간	2014.05-2016.07 (2015.07에 수수료 인상)
시계열 기본 모형	$O_1 \ O_2 \ O_3 \ O_4 \ O_5 \ X \ O_6 \ O_7 \ O_8 \ O_9 \ O_{10}$



회귀분석 모형을 보다 자세히 살펴보면 아래 <표 5-3>와 같다. 앞서 설명한 바와 같이 본 연구에서는 분절회귀모형(segmented regression model)을 분석 모형으로 설정하였다. 분절회귀분석을 위한 회귀모형을 살펴보면 아래 <표 >와 같다. 아래의 회귀모형에서  $\beta_1$ 은 관측치가 첫 번째 시점부터 27번째 시점 중 어느 시점에 속하는지를 나타낸다. 즉 만약 관측치가 패널 데이터 시작 시점인 2014년 5월에 대한 데이터라면 1로 코딩되며 패널 데이터가 끝나는 시점인 2016년 7월에 속하는 데이터라면 27로 코딩된다. 이는 정책 도입 이전 음식물 쓰레기 배출량의 경향성을 나타낸다.  $\beta_2$



는 배출 수수료 인상 여부를 나타내는 더미 변수인 tax의 회귀계수 값으로 배출 수수료 인상 직후 음식물 쓰레기 배출량 변화를 나타낸다.  $\beta_3$ 는 배출 수수료가 인상된 후로 어느 정도 시점이 흘렀는지를 나타내는 변수로, 배출 수수료가 인상된 2015년 7월 이전까지는 모두 0으로 코딩된다. 배출 수수료가 인상된 지 한달이 지난 2015년 8월은 1로, 두달이 지난 2015년 9월은 2로 코딩되며, 2016년 7월은 12로 코딩된다. 이는 정책 도입 이후 음식물 쓰레기 배출량의 경향성을 나타낸다.  $\beta_4 \sim \beta_{4+j}$ 는 통제변수인 아파트 특성 관련한 변수들이며,  $\beta_5$ 와  $\beta_6$ ,  $\beta_7$ 는 각각 여름, 가을, 겨울의 계절 더미이다. 마지막으로  $\beta_8$ 는 자기상관을 보정하기 위하여 모형에 포함된  $Y_{t-1}$ 의 회귀계수값으로 (t-1)기의 종속변수값의 효과를 나타낸다.

<표 5-3> 시계열 분석을 위한 분석 모형

구분	내용								
분절 회귀 분석 모형	$Y_{it-1} = \alpha + \beta_1 time_{it-1} + \beta_2 tax_{it-1} + \beta_3 timeafterintervention_{it-1} + \beta_4 X_1$ $+ \dots \beta_{4+j} X_{itj-1} + \beta_5 여름_{it} + \beta_6 가을_{it} + \beta_7 겨울_{it} + \beta_8 Y_{t-1} + \epsilon_{it}$ <p> <math>\alpha</math>: 상수항  <math>\beta_1</math>: 정책 도입 이전 음식물 쓰레기 배출량 경향성  <math>\beta_2</math>: 정책 도입 직후 음식물 쓰레기 배출량 변화  <math>\beta_3</math>: 정책 도입 이후 음식물 쓰레기 배출량 경향성  <math>\beta_4 \sim \beta_{4+j}</math>: 통제변수  <math>\beta_5</math>: 여름 계절 효과  <math>\beta_6</math>: 가을 계절 효과  <math>\beta_7</math>: 겨울 계절 효과  <math>\beta_8</math>: (t-1)기의 종속변수값의 효과  <math>\epsilon</math>: 오차항 </p>								
연구 모형 설계	<table> <tr> <th>구분</th><th>모형 설계</th></tr> <tr> <td>종속변수</td><td>log(아파트 단지 월별 음식물 쓰레기 배출량)</td></tr> <tr> <td>독립변수</td><td>음식물 쓰레기 배출 수수료(Kg)</td></tr> <tr> <td>통제변수</td><td>아파트 단지 관련 변수</td></tr> </table>	구분	모형 설계	종속변수	log(아파트 단지 월별 음식물 쓰레기 배출량)	독립변수	음식물 쓰레기 배출 수수료(Kg)	통제변수	아파트 단지 관련 변수
구분	모형 설계								
종속변수	log(아파트 단지 월별 음식물 쓰레기 배출량)								
독립변수	음식물 쓰레기 배출 수수료(Kg)								
통제변수	아파트 단지 관련 변수								

#### 4. 분석 방법

본 연구에서는 배출 수수료 인상의 정책 효과를 도출하기 위하여 분절된 회귀모형(segmented regression model)을 사용하였다. 시계열 데이터에서 흔하게 발생할 수 있는 자기 상관(auto-correlation)을 보정하기 위하여 종속변수의 과거값을 모형에 포함시켰기 때문에 AR(1)의 일종이라고 볼 수도 있다. 먼저 분절된 회귀모형에 대하여 간략하게 살펴보면 주로 전염병학(epidemiology)을 중심으로 많이 쓰이고 있는 모형으로(Bano et al., 2010), Wagner et al. (2002)에 의하여 처음 정리된 모형으로 소개되었다. Wagner et al. (2002)은 분절된 회귀모형을 설명하기 위하여 다음과 같은 기본 회귀 모형을 설정하였다.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 * time_t + \beta_2 * policy_t + \beta_3 * timeafterpolicy_t + \epsilon_t$$

제시된 회귀 모형에서 time변수는 패널데이터의 시작 시점부터 끝나는 시점 중 어느 시점에 속하는지를 가리킨다. 따라서 관측치가 패널 데이터 시작 시점인 시점 1에 속해있을 경우 1로 코딩되며, 패널 데이터가 끝나는 시점인 시점 t에 속해있을 경우 t로 코딩된다. time 변수의 회귀계수인  $\beta_1$ 은 정책이 도입되기 전 경향성을 나타낸다. Wagner et al. (2002)은 이를 기본 라인 경향성(baseline trend)라 표현하였다. 다음으로 policy 변수는 정책이 도입되었는지 여부를 나타내는 더미 변수이다. 따라서 관측치가 존재하는 시점에 정책이 도입되어있으면 1로, 도입되어있지 않으면 0으로 코딩된다. policy 변수의 회귀계수값인  $\beta_2$ 는 정책 도입 직후 종속변수의 경향

성을 나타낸다. 다음으로 timeafterpolicy 변수는 정책 도입 이후 어느 정도 시간이 흘렀는지를 나타내는 변수로 정책 도입 이후 종속 변수의 경향성을 나타낸다고 할 수 있다. 만약 정책 도입의 시점이  $t$ 라면  $t+1$ 기는 1로,  $t+2$ 는 2로 코딩되며, 정책도입 이전인 1기부터  $t-1$ 기까지의 시점까지는 0으로 코딩된다.

이렇게 분절된 회귀 모형을 사용하는 경우 시계열 데이터에서 자주 발생하는 자기 상관(auto-correlation)과 계절성의 문제에 직면할 가능성이 있다. Wagner et al. (2002)는 시계열 데이터에서 발생할 수 있는 문제들을 해결하기 위하여  $AR(\rho)$ 모형이나 계절 더미와 같은 통계학적 방법을 활용할 것을 권하고 있다. 민인식(2013)에 따르면 시계열은 경향성(trend), 계절성(seasonal), 주기(cycle), 오차항의 세 가지 특성으로 이루어져 있는데, 일부 학자들은 자기상관이 경향성의 일종이라고 해석하기도 한다. 먼저  $AR(\rho)$  모형은 종속변수의 과거값을 모형에 포함시켜 자기상관을 보정하고자 하는 모형이다. 이 중 가장 단순하고 일반적인 자기상관은  $t-1$ 기 종속변수값을 모형에 포함하는 일차자기상관모형  $AR(1)$ 이며 잔차의 현재값이 바로 앞의 잔차로부터 영향을 받는 경향이 존재하면 이 모형을 사용한다. 자기 상관이 존재하는지에 대해서는 자기상관계수(autocorrelation function)를 구하여 도식화한 후 눈으로 확인하거나 더빈-왓슨 검정(Durbin-Watson test)를 활용하는 방법이 있다 (Halcousis, 2007). 최적시차를 결정하기 위한 기준으로는 AIC, SBIC등의 기준이 활용되며, 시계열의 안정성(stationary)를 확인하기 위하여 단위근 검정(unit-root test)를 시도할 수 있다. 마지막으로 계절성을 보정하기 위한 방법 중 계절 더미를 모형에 포함하여 계절의 효과를 통제할 수 있다.

## 5. 변수의 측정

아래 <표 5-4>에는 배출 수수료 인상의 효과를 실증한 연구에서 사용된 변수들이 어떻게 조작화되고 측정 및 수집되었는지를 나타내어주고 있다. 표에서 알 수 있는 바와 같이, 종속변수인 음식물 쓰레기 배출량은 각 아파트 단지에서 한달동안 배출한 음식물 쓰레기의 총량으로 조작화되었으며, RFID 방식을 통하여 배출된 음식물 쓰레기 총량의 경우 한국 환경공단에서 데이터를 얻을 수 있었다. 독립변수인 배출 수수료에 대한 정보는 성북구청에 정보공개를 통하여 얻을 수 있었다.

통제 변수는 모두 네 가지로 아파트 단지 재정상황, 아파트 단지 규모, 그리고 아파트 단지 거주자 특성들에 대한 변수가 설정되었다. 쓰레기 종량제 효과를 실증하기 위한 기존 연구들에서는 소득과 인구수에 대한 변수들을 다양하게 설정하여 통제 변수로 사용하고 있다. Houtven and Morris(1999)는 소득, 인종, 연령, 거주 인원수, 풀 타임 근무 여부를 통제 변수로 사용한 바 있으며, 정광호 외(2007)는 연도에 따른 증가효과, 인구밀도, 재산세를 통제변수로 설정하였다. 음식물 쓰레기 종량제 효과를 연구한 이민상과 조준택(2013)은 인구밀도, 1인당 재산세, 1인당 수거비용을 통제변수로 활용한 바 있다. Reschovsky and Stone(1994)은 연령과 교육, 소득수준 이외에도 한 세대 내 거주 인원이 몇 명인지에 대한 변수를 통제변수로 추가하였다. 이들 선행연구에서 실증된 결론에 따르면 쓰레기량은 소득이 높을수록, 인구밀도가 높고 거주 인원수가 많을수록 증가한다. 반면 연령변수가 쓰레기 발생량에 미치는 효과는 상반된 결론이 존재하는데 먼저 Hanley(1988)에 의하면 연령이 높을수

록 쓰레기 발생량은 줄어든다. 반면 Houtven and Morris(1999)과 Reschovsky and Stone(1994)의 연구에서는 중장년층 비율이 높을수록 쓰레기 발생량이 많았다. 또한 연령 변수를 통제 변수로 포함하지 않은 연구들도 있었는데 특히 우리나라의 종량제 효과를 분석한 정광호 외(2007)와 이민상과 조준택(2013)을 비롯하여 미국 Charlotte's Ville을 대상으로 종량제 효과를 실증한 Fullerton and Kinnaman(1996)도 연령 변수를 모형에 포함시키지 않았다. 본 연구에서는 아파트 단지 소득수준을 측정하기 위한 대리 변수(proxy variable)로 평당 아파트 평균 가격을 설정하였으며 이 외에도 아파트 단지 내 세대수, 평균연령, 한 가구 당 평균 가구원 수 변수를 추가하였다. 다만 평균 연령과 평균 가구원 수 변수의 경우 아파트 단지 별 자료를 구할 수 없어 아파트 단지가 속한 행정동의 평균 연령과 평균 가구원수 자료를 활용하였다. 아파트 평균 가격 변수는 한국감정원에서 얻을 수 있었으며 아파트 단지 규모를 나타내는 세대수 변수는 국토해양부 공동주택관리시스템을 통하여 코딩하였다. 평균 연령과 평균 가구원 변수의 경우 서울시 통계 홈페이지를 활용하여 자료를 축적하였다.

<표 5-4> 변수의 측정

	변수		개념	정의	출처
종속 변수	log(음식물쓰레기 배출량)		2014년 5월부터 2016년 7월까지 각 공동주택단지 음식물쓰레기 배출량의 로그값	숫자	자치 구청 음식물 쓰레기 수거 업체
독립 변수	정책 도입(policy)		배출 수수료 인상 이전인지 이후인지 여부를 나타내는 더미변수	1=배출 수수료 인상 이후, 0=배출 수수료 인상 이전	자치구청
아파트 단지 변수	아파트 단지 재정 상황	아파트 가격	평당 아파트 가격 (단위: 만원)	숫자	국토 해양부 공동주택 관리시스 템
	아파트 단지 규모	세대수	단지 내 총 세대 수	숫자	한국 감정원
	아파트 단지 거주자 특성	평균 연령	행정동 평균 연령	숫자	서울시
		평균 가구원 수	행정동 평균 가구원수	숫자	서울시
계절 변수	여름		관측치가 여름(6월, 7월, 8월)에 속하는지 여부	여름=1, 여름이 아님=0	기상청
	가을		관측치가 가을(9월, 10월, 11월)에 속하는지 여부	가을=1, 가을이 아님=0	기상청
	겨울		관측치가 겨울(12월, 1월, 2월)에 속하는지 여부	겨울=1, 겨울이 아님=0	기상청
자기 상관	$Y_{t-1}$		t-1기 종속변수 값	숫자	서울시

## 제 4절 실증분석

### 1. 기초통계분석

#### 1) 종속변수의 기초통계분석

종속변수인 월별 음식물 쓰레기 배출량의 기초 통계 분석 결과를 살펴보면 다음과 같다. 본 연구에 사용된 데이터는 13개 아파트 단지의 27개월치 패널 데이터이다. 패널 데이터의 기초통계분석을 실시하기 전 모든 아파트 단지에서 배출된 월 평균 음식물 쓰레기 배출량을 계산하여 시계열 그래프를 그리면 아래 <그림 5-4>과 같다. 그림에서 붉은 선은 27개 평균 배출량 값의 평균인 5565킬로그램을 나타낸다. 그림에서 보여지고 있는 바와 같이 시계열 그래프가 평균점을 중심으로 진동하고 있는 형태임을 알 수 있다. 이처럼 평균을 중심으로 진동하는 시계열 데이터의 경우 정상적(stationary)인 시계열일 가능성이 높다 (민인식, 2014).. 하지만 정상성의 엄밀한 확인을 위하여 본 연구의 이어지는 부분에서는 단위근검정(unit-root test)를 시도할 것이다.



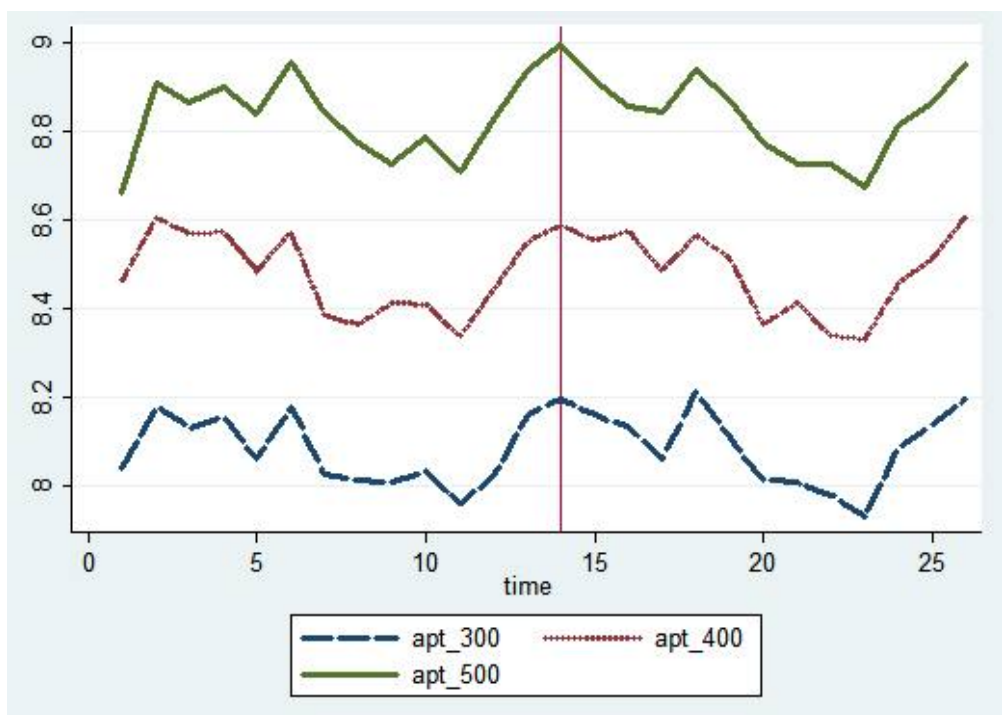
<그림 5-4> 음식물 쓰레기 배출 경향성



다음으로 아파트 평균 가격별로 음식물 쓰레기 배출량의 로그값이 어떻게 달라지는지 살펴보았다. 가장 위 선은 평당 아파트 평균 가격이 500만원에서 600만원 사이인 아파트 단지들의 월별 음식물 쓰레기 배출 경향을 나타낸 것이다. 중간의 점선은 평당 평균 가격이 400만원에서 500만원 사이인 아파트 단지들의 쓰레기 배출 경향을 나타내며, 가장 아래 점선은 평당 평균 가격이 300만원에서 400만원 사이인 아파트 단지들의 배출 경향을 나타낸다. 14번째 시점에서 배출 수수료가 1Kg당 75원에서 100원으로 인상되었으므로 14번째 시점을 표시하였다. 그래프에서 보여지고 있는 바와 같이 가격에 따른 아파트 단지들의 월별 배출 경향은 거의 유사한 형태를

지니며 배출 수수료 인상과 이후를 비교하였을 때 큰 차이를 보이고 있지 않다. 다만 절대적인 음식물 쓰레기 배출량이 평균 300~400만원 사이 아파트 단지군이 가장 적었으며 500~600만원 사이 단지군이 가장 많았다.

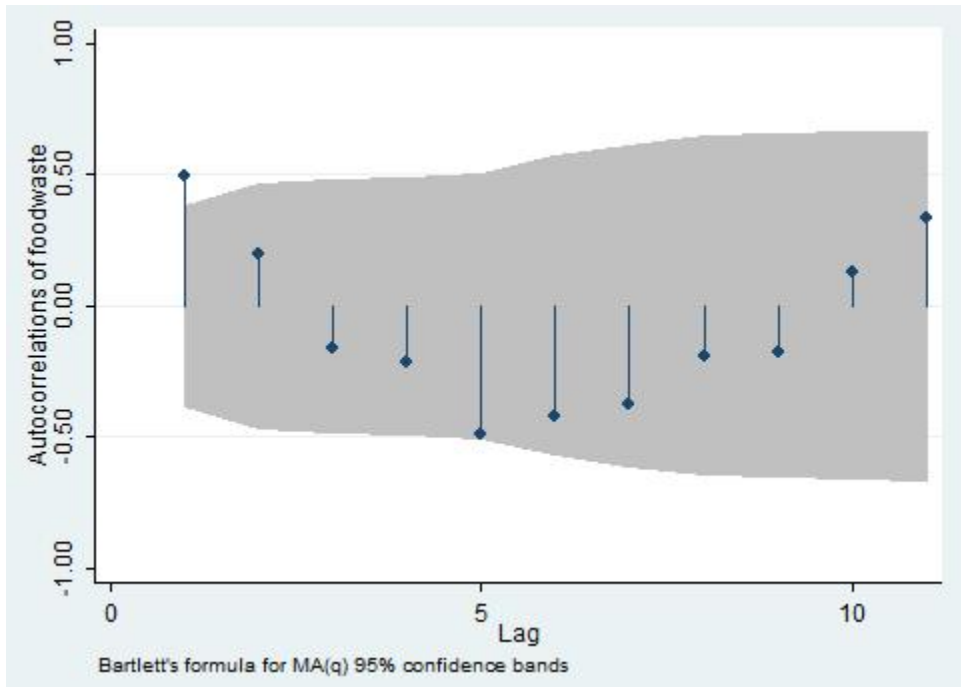
〈그림 5-5〉 아파트 단지 가격에 따른 쓰레기 배출 경향성



다음으로 종속변수들의 자기상관성(auto-correlation) 정도를 도식화하여 나타내어보았다. 시계열자료는 보통 시간의 과거, 현재, 미래의 상태가 상호 연결되어있다고 전제하며 이러한 특징으로 인하여 오차항들의 관계가 서로 독립적이지 않다고 판단한다. 이러한

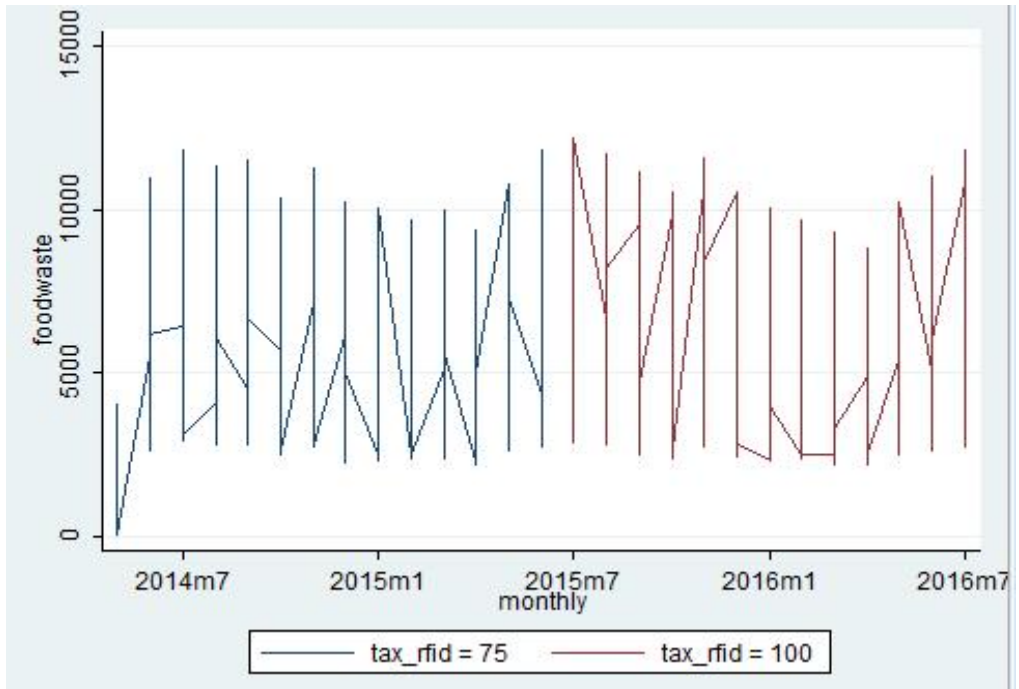
경우 종속변수에 자기 상관이 존재한다고 판단하는데(김현철, 2005), 자기 상관성을 보정하지 않고 모형을 추정할 경우 오차항들은 상관 관계를 가지게 되며 이는 정확하지 않은 추정 결과를 야기하게 된다 (Halcousis, 2007). 또한 자기상관계수 함수를 통하여 종속변수들의 자기상관계수 값이 어떻게 달라지고 있는지를 나타내어준다. 그림에서 X축은 시간의 흐름을 나타내며, Y축은 자기상관계수값의 변화를 나타내며 그림의 음영부분은 95% 신뢰 구간을 의미한다. 즉 자기상관계수가 음영 내에 있으면 0과 유의하게 다르지 않다는 의미로 해석하여 볼 수 있다. 그림을 통하여 데이터의 종속변수값들이 자기 상관성을 가지고 있으나 상관관계가 시간의 흐름과 함께 작아진다는 것을 알 수 있다. Lag가 1일때만 자기상관계수가 0과 유의하게 다르고 나머지 과거 시점에서는 모두 0과 유의하게 다르지 않다는 것을 알 수 있다.

<그림 5-6> 자기상관함수



다음으로 데이터를 패널로 인식시킨 후 종속변수인 음식물 쓰레기 배출량의 그래프를 그려보았다. 아래 <그림 5-7>은 STATA를 이용하여 그린 패널 그래프이다. 그림에서 푸른 색 그래프는 RFID 개별계량 방식의 배출 수수료가 1킬로당 75원일 때를 나타내며 붉은 색 그래프는 수수료가 100원으로 인상된 후의 그래프를 나타낸다. 또한 수평으로 뻗어있는 붉은 선은 전체 배출량의 평균을 나타낸다. 위 월별 평균값 그래프에서 보여진 바와 마찬가지로 패널 그래프에서도 종속변수는 평균을 중심으로 진동하는 모양을 보여주고 있다. 따라서 본 패널 데이터가 안정적(stationary)한 데이터임을 예상하여 볼 수 있다.

<그림 5-7> 음식물 쓰레기 배출량



아래 <그림 5-8>은 각 종속변수인 음식물 쓰레기 배출량을 각 아파트 단지별로 나타낸 것이다. 본 연구의 연구 대상인 아파트 단지는 모두 13개로 작은 그래프 상단에는 각 아파트 단지에 부여된 아이디가 쓰여져 있다. 13개 아파트 단지들의 월별 음식물 쓰레기 배출량은 조금씩 차이가 있으나 대부분 비슷한 모양을 하고 있다.

<그림 5-8> 아파트 단지에 따른 음식물 쓰레기 배출량 그래프



종속변수인 음식물 쓰레기 배출량의 로그값의 기초통계량을 보다 자세히 살펴보면 아래 <표 5-5>와 같다. 먼저 전체 351개 관측치의 평균은 8.444였으며 최소값은 2.595, 최대값은 9.406이었다. 배출 수수료가 100원으로 인상되기 전 관측치는 13개 아파트 단지의 14개월치 패널이므로 182개이며 평균은 8.367, 최소값은 2.595, 그리고 최대값은 9.378이었다. 마지막으로 배출 수수료가 100원으로 인상된 2015년 이후 종속변수들의 관측치는 169개이며 평균은 8.527로 배출 수수료 인상 이전에 비하여 조금 높았다. 최소값은 7.678, 최대값은 9.406이었다. 이어지는 그림은 종속변수들의 박스플롯 그림이다. 좌측 그림은 배출 수수료가 1킬로그램 당 75원 일 때의 박스플롯이며 우측 그림은 배출 수수료가 100원으로 인상된 후의 그림이다. 그림에서 나타나고 있는 바와 같이 쓰레기 배출 수수료 인상 이전과 이후의 음식물 쓰레기 배출량은 크게 차이나지 않으며 오히려 인상 이후 평균값이 더 높은 양상을 보이고 있다.

<표 5-5>배출 수수료 인상 이전/이후 음식물 쓰레기 배출량

변수	정책 시행 전/후	obs	평균	표준 편차	최소값	최대값
	전체	351	8.444	0.677	2.595	9.406
	배출 수수료 인상 이전	182	8.367	0.825	2.595	9.378
	배출 수수료 인상 이후	169	8.527	0.457	7.678	9.406
<div> <div>log(음식물쓰레기 배출량)</div> <p>Graphs by tax_rfid</p> </div>						



## 2) 독립/통제변수의 기초통계분석

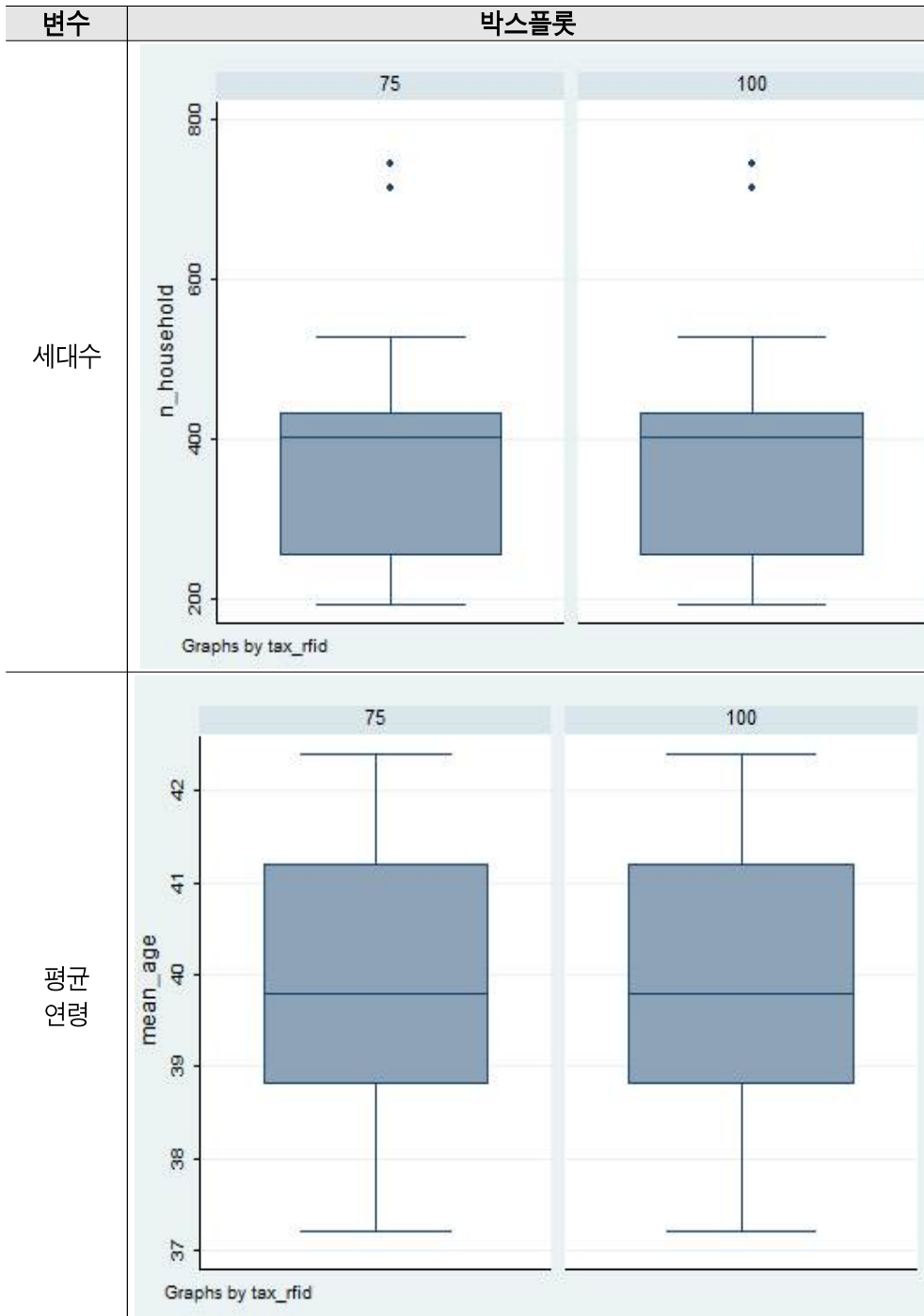
다음으로 독립변수와 통제변수의 기초통계 분석을 실시하였다. 먼저 세대수 변수의 경우 음식물 쓰레기 배출 수수료가 75원일 때 관측치는 182개이며 평균은 397.692, 최소값은 193세대, 그리고 최대값은 745세대였다. 배출 수수료 인상 이후에도 평균은 397.692 세대, 최소값은 193세대, 그리고 최대값은 745세대로 인상 이전과 동일하였다. 평균연령 변수의 경우에도 배출 수수료 이전과 이후의 평균과 최소값, 최대값이 동일하였다. 평균은 39.823세, 최소값은 37.2세, 그리고 최대값은 42.4세였다. 평균 가구원 수 변수는 평균이 2.772명, 최소값은 1.980명, 최대값은 3.120명이었으며 배출 수수료 인상 이전과 이후 값이 모두 같았다. 마지막으로 아파트 가격 변수의 경우에도 평균이 439.893, 최소값이 341.667, 그리고 최대값이 544.104만원으로 나타났다.

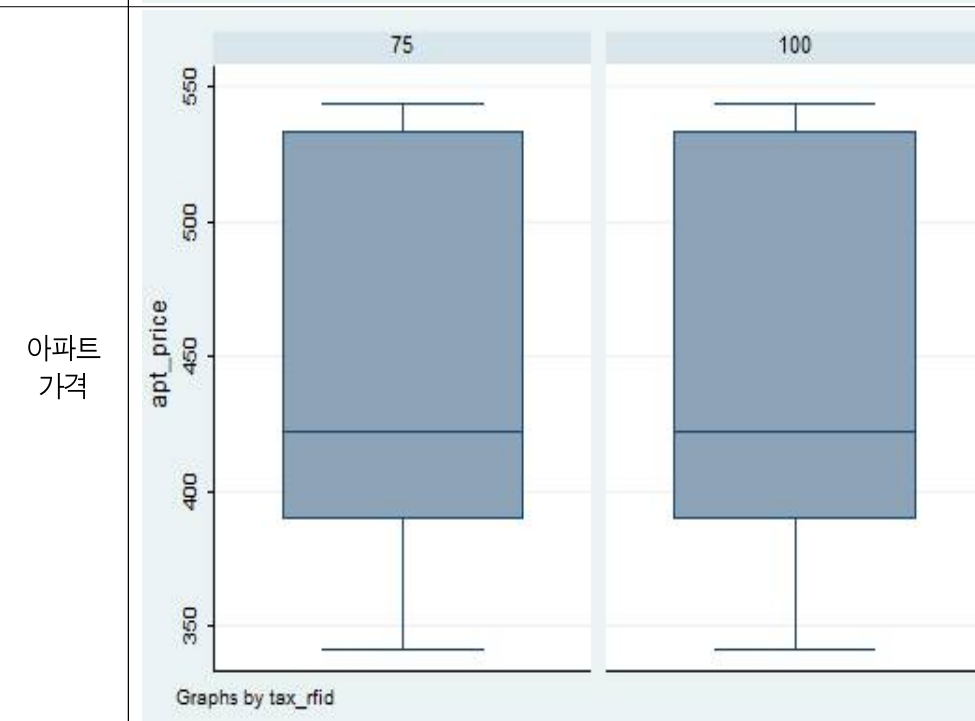
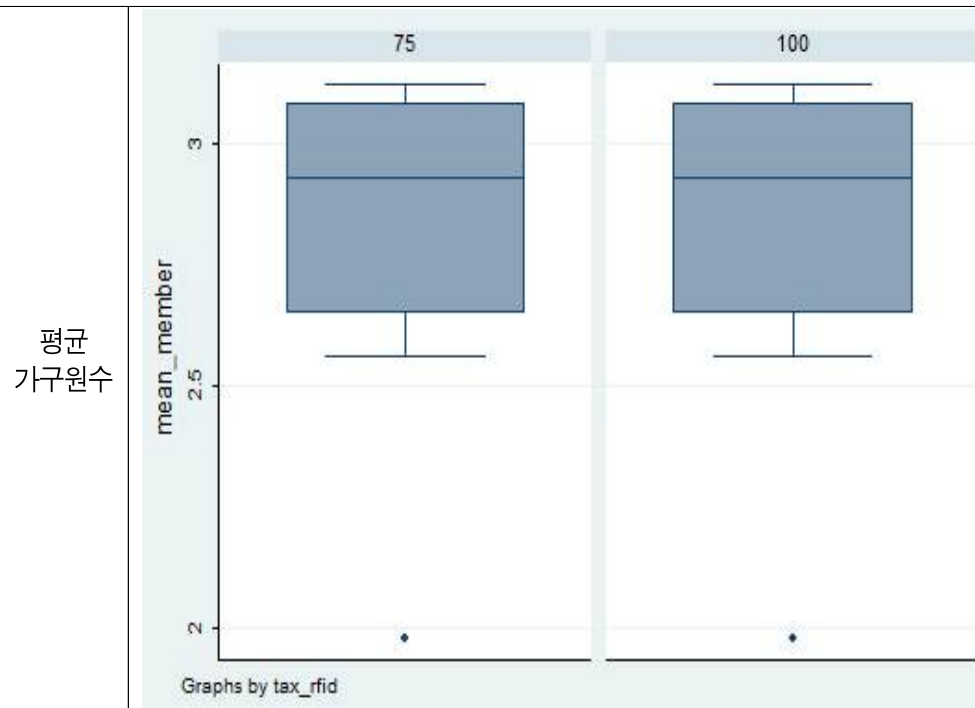
<표 5-6> 독립/통제 변수의 기초 통계 분석

변수	정책 시행 전/후	obs	평균	표준 편차	최소값	최대값
배출 수수료	배출 수수료 인상 이전	182	75	0	75	75
	배출 수수료 인상 이후	169	100	0	100	100
세대수	배출 수수료 인상 이전	182	397.69 2	173.75 7	193.00 0	745.00 0
	배출 수수료 인상 이후	169	397.69 2	173.79 4	193.00 0	745.00 0
평균 연령	배출 수수료 인상 이전	182	39.823	1.771	37.200	42.400
	배출 수수료 인상 이후	169	39.823	1.772	37.200	42.400
평균가 구원수	배출 수수료 인상 이전	182	2.772	0.385	1.980	3.120
	배출 수수료 인상 이후	169	2.772	0.385	1.980	3.120
아파트 가격	배출 수수료 인상 이전	140	439.89 3	70.088	341.66 7	544.10 4
	배출 수수료 인상 이후	130	439.89 3	70.108	341.66 7	544.10 4

통제변수들의 기초통계분석 결과를 바탕으로 박스플롯을 그려보면 다음과 같다. 아래 <그림 5-9>는 본 연구의 통제변수인 세대수, 평균 연령, 평균가구원수, 그리고 아파트 가격의 기초통계량을 배출 수수료 인상 이전과 이후로 나누어 도식화한 것이다. 그림에서 확인할 수 있는 바와 같이 네 가지 통제 변수 모두 준실험 처리(treatment) 이전과 이후 기초통계량이 거의 유사하거나 동일하였다.

<그림 5-9> 독립/통제 변수의 박스플롯





다음으로 연속형 변수들 간 상관관계 분석을 실시하였다. 본 연구에서 상관관계 분석의 대상이 되는 변수는 RFID 개별계량 배출 수수료 변수와 세대수 변수, 아파트 가격 변수, 평균 연령 변수, 그리고 평균 가구원 수 변수의 다섯 가지이다. 상관관계 분석의 결과는 표 <5-7>에 제시되어 있다. 표에서 보여지는 바와 같이 아파트 평균 가격-세대수의 상관관계 계수가 0.718, 아파트 평균가격-평균 연령의 상관관계 계수가 0.707로 도출되어 다소 높다고 할 수 있다. 그러나 상관관계가 얼마일 때 다중공선성의 문제를 걱정해야 하는지에 대한 정확한 기준이 존재하지 않으며 많은 연구자들이 상관관계가 0.8일 때 심각한 다중공선성의 문제가 있는 것으로 파악하기 때문에(Halcousis, 2007), 본 연구에서도 제외하지 않고 모형에 포함하였다.

**<표 5-7> 상관관계 분석**

	배출 수수료	세대수	아파트 가격	평균 연령	평균 가구원수
배출 수수료	1				
세대수	0	1			
아파트 가격	0	0.718	1.000		
평균 연령	0	0.681	0.707	1	
평균 가구원수	0	-0.386	-0.568	-0.379	1

## 2. 시계열 분석

### 1) 최적시차 선정

시계열 데이터가 가지는 가장 큰 문제점 중 하나는 오차항들이 상관관계를 가질 가능성이 커 추정에 편의(bias)가 발생할 수 있다는 점이다. 앞서 본 연구에서 장기상관관계 계수를 분석하여 오차항 간 상관관계가 존재함을 밝혔다. 특히 자기상관계수를 도식화하여 살펴본 결과 첫 번째 시차(lag)의 자기상관관계가 0보다 큼을 알 수 있었다. 본 부분에서는 보다 엄밀한 방법을 통하여 실증분석 모형에 포함할 최적 시차를 선정할 것이다.

시차를 선정하기 위한 기준으로는 AIC(Akaike Information Criteria), HQIC(Hannan & Quinn Information Criteria), 그리고 SBIC(Schwarz's Bayesian Information Criteria)의 세 가지 기준을 모두 활용하였다. 최적 시차 선정에 가장 대중적으로 사용되는 기준은 AIC와 SBIC이다. AIC와 SBIC는  $SSR(j)$ 가  $j$ 시차에서의 자기회귀모형 (autoregression model)의 잔차일 때,  $\log(SSR(j)/n) + (j + 1)C(n)/n$ 을 최소화할 수 있는 시차  $j$ 를 계산하는 방법이다. AIC에서  $C(n)$ 은 2이며, BIC에서는  $C(n)$ 은  $\log(n)$ 이다. 최근 연구에서는 BIC가 AIC를 보완한 개념이라 여겨지며, SIC를 시차선정의 기준으로 활용하는 경우가 많다(김대수, 2014).

아래 <표 5-8>는 최적 시차 선정을 위한 AIC, HQIC, 그리고 SBIC의 결과값을 나타내고 있다. 표에서 보여지고 있는 바와 같이 HQIC와 SBIC에서는 첫 번째 시차인 Lag1을 최적 시차로 선정하고 있으며 각각의 값도 시차 1에서 최소값을 가진다. 반면 AIC의 경우 3번째 시차를

최적 시차로 선정하였다. 그러나 앞서 설명한 바와 같이 최근 연구에서는 AIC보다는 BIC의 결과를 더 신뢰하는 경향이 있으며 HQIC의 결과 또한 Lag1을 최적 시차로 선정하였다는 점, 마지막으로 앞서 자기상관계수인 ACF(Auto Correlation Function) 분석 결과에서는 첫 번째 시차의 자기상관계수가 0보다 크다고 분석된 점을 모두 고려하여 첫 번째 시차인 Lag1을 최적 시차로 선정하였다.

**<표 5-8> 최적 시차 선정**

	AIC	HQIC	SBIC
Lag 0	15.267	15.290	15.366
Lag 1	15.070	15.1054*	15.2191*
Lag 2	15.132	15.179	15.330
Lag 3	15.054*	15.112	15.302
Lag 4	15.141	15.211	15.438

## 2) 단위근(unitroot) 검정

다음으로 시계열 데이터를 대상으로 단위근(unit-root) 검정을 실시하였다. 시계열 자료 분석에 있어 자료가 안정적(stationary)하지 않을 경우 가성 회귀(spurious regression)의 문제가 발생할 수 있는데(김대수, 2014) 이는 서로 연관이 없는 자료들로부터 유의한 분석 결과가 도출되는 경우를 말한다. 시계열의 안정성을 검정하기 위한 방법으로는 일반적으로 단위근 검정(unit-root test)을 많이 사용하는데(민인식, 2014), 먼저 다음과 같은 AR(1) 모형이 있다고 가정하자.

$$Y_t = \alpha + \theta Y_{t-1} + \epsilon_t$$

수식에서  $\theta$ 가 나타내는 것이 단위근이며  $\theta=1$ 이 될 경우 단위근이 존재하여 비정상적(stationary) 시계열 자료가 된다. Dickey and Fuller (1979)는 위의 수식을 조금 바꾸어 다음과 같이 나타내었다.

$$\Delta Y_t = \alpha + (\theta - 1)Y_{t-1} + \epsilon_t$$

위 식을 OLS로 추정한 후  $\theta - 1 = 0$ 를 귀무가설로 두고 가설 검정하면 단위근 존재 여부를 파악할 수 있다. 즉 단위근 검정에서 귀무가설과 대립가설은 각각 다음과 같다.

**H0:**  $\theta - 1 = 0$

**H1:**  $\theta - 1 \neq 0$

단위근 가설 검정의 결과는 아래 <표 5-9>와 같다. 표에서 조정된 (adjusted) 검정 통계량 t는 -13.6569였으며 통계적으로 유의하게 나타나 패널 데이터에 단위근이 존재한다는 귀무가설을 기각하였다. 따라서 본 연구의 시계열 데이터는 정상 시계열(stationary time series) 데이터라는 결론을 내릴 수 있다.

<표 5-9> 단위근 검정

	Statistics
Unadjusted t	-23.0876
Adjusted t*	-13.6569***



### 3) 시계열 분석

본 연구에서는 GLS(Generalized Least Squares)추정법을 활용하여 분절화된 (segmented) AR(1) 모형을 추정하였다. GLS 추정법을 활용한 이유는 다음과 같다. 자기상관이 존재하는 시계열 데이터를 OLS 추정법을 사용하여 추정할 경우 계수 추정치들의 분산이 증가하고 표준오차 추정치가 실제보다 작게 추정되어 t검정값이 실제보다 과대 평가될 가능성이 있다(Halcousis, 2007). 따라서 이러한 경우 OLS 대신 GLS 방법을 이용하면 편의를 줄일 수 있는 효과가 있다.

GLS를 이용한 AR(1) 모형 분석 결과를 살펴보면 다음과 같다. 모형 1은 본 연구의 독립 변수인 수수료 인상 더미만을 포함한 모형이다. 모형의 종속변수는 아파트 단지의 월별 음식물 쓰레기 배출량이다. 1번 모형에서 RFID 개별계량 배출 수수료 인상은 음식물 쓰레기 배출량에 유의미한 영향을 주지 못하고 있는 것으로 나타났다. 두 번째 모형에서는 독립변수들 외에 통제변수를 모형에 추가하여 분석을 진행하였다. 두 번째 모형의 경우에도 첫 번째 모형과 같은 결과가 나타나 배출 수수료 인상이 음식물 쓰레기 배출량에 영향을 주지 못하고 있음을 알 수 있었다. 통제변수 중 유의미하게 나타난 변수는 세대수 변수와 평균연령 변수였다. 즉 아파트 단지 내 세대가 많은 대단지일수록 월별 음식물 쓰레기 배출량이 많았다. 또한 평균 가구원수가 적은 곳일수록 쓰레기 배출량이 많았다. 이는 본 연구의 연구 대상인 성북구의 거주자들의 특성에서 기인한다. 본 연구의 연구 대상인 성북구의 경우 평균 연령이 높을수록 평균 가구원 수가 적었다.

그러나 자기상관을 보정하기 위한 Lag1 변수와 계절성을 통제하기 위한 계절 더미를 추가한 세 번째 모형에서는 모든 독립 변수가 영

향력을 잃은 것으로 나타난다. 이는 배출 수수료의 인상이 음식물 쓰레기 감량에 영향을 미치지 못하였음을 시사한다. 또한 세대수 변수는 유의미하게 종속변수에 정(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타나 Houtven and Morris(1999)의 연구에서도 도출된 바와 같이 규모가 큰 주택단지일수록 배출량이 많다는 것을 알 수 있다. 뿐만 아니라, 큰 단지일수록 거주하는 인원 수가 많을 가능성이 높다는 점에서 이러한 결과는 자연스럽다고 할 수 있을 것이다. 평균연령 변수는 모형 1과 다르게 유의미하게 나타나지 않았다. 또한 아파트 가격이 높을수록 음식물 쓰레기 배출량이 많은 것으로 나타났다. 이는 경제적으로 부유한 지역일수록 음식물 쓰레기가 많이 배출된다는 기존의 연구(Reschovsky and Stone, 1994)와 상통하는 결과이다. 또한 자기 상관을 보정하기 위하여 추가한 변수인 Lag1변수도 모형 2에서와 마찬가지로 유의미하게 나타났다. 계절 더미의 경우 여름과 가을일수록 종속변수가 증가하는 것으로 분석된다. 이는 지역 공무원 및 음식물 쓰레기 수거업체 직원과의 인터뷰에서도 확인할 수 있었다. 즉 여름과 가을에는 과일과 채소의 소비량이 늘어날 뿐만 아니라 음식물 쓰레기가 부패하기 전에 즉시 배출하고자 하기 때문에, 음식물의 물기가 마르거나 사라지기 전에 배출하는 경우가 많다(환경부, 2011). 따라서 여름과 가을에는 음식물 쓰레기 배출량이 늘어날 것이라고 예상하여볼 수 있다.

<표 5-10> 시계열 분석 결과

lfoodwaste	Panel GLS 모형					
	Model 1		Model 2 (L.1 포함)		Model 3 (L.1, 계절더미포함)	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
수수료 인상 더미	0.006* **	0.003	0.007* **	0.003	-0.000	0.000
세대수			0.002* **	0.000	0.002* **	0.000
아파트 가격			0.000	0.001	0.000* **	0.000
평균연령			0.056* **	0.034	0.010	0.007
평균 가구원수			-0.147	0.297	-0.423 ***	0.060
L.1					0.085* **	0.012
여름					0.160* **	0.019
가을					0.126* **	0.020
겨울					0.017	0.020
_cons	7.888	0.252	5.374	1.940	7.661	0.400
n of obs	351		270		260	
degree of freedom	1		5		9	
Wald Chi(2)	4.96		167		4144.43	

다음으로 아파트 가격의 조절 효과를 살펴보기 위하여 수수료 인상 더미와 아파트 가격 변수의 교호항을 설정하였다. 아래 <표 5-11>는 교호항을 포함한 분석 결과를 나타내고 있다. 먼저 모형 1에서는 수수료 인상 더미, 아파트 가격, 그리고 두 변수의 교호항만을 포함하여 세 변수가 음식물 쓰레기 배출량에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 분석 결과 유의미하게 도출된 변수는 없었다. 두 번째 모형에서는 통제 변수를 포함하였다. 독립변수 중에서는 여전히 유의미하게 도출된 변수가 없었으며, 통제 변수 중에서는 세대수 변수와 평균 연령 변수가 유의미하게 도출되었다. 즉 단지 내 세대수가 많을수록, 그리고 평균 연령이 높을수록 음식물 쓰레기 배출량이 많은 것으로 분석되었다. 그러나 종속변수의 t-1기 값과 계절 더미를 포함하였을 때 평균연령 변수는 유의미하게 나타나지 않았다. 모형 3에서 유의미하게 도출된 변수는 세대수 변수, 평균 가구원 수 변수, L1. 변수, 그리고 여름과 가을에 대한 계절 더미 변수로 앞서 살펴본 시계열 분석 결과와 동일하였다.

<표 5-11> 교호항을 포함한 시계열 분석 결과

lfoodwa ste	Panel GLS 모형					
	Model 1		Model 2 (통제변수 포함)		Model 3 (L.1, 계절더미포함)	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
수수료 인상 더미	-0.002	0.019	-0.002	0.017	0.000	0.003
아파트 가격	0.003	0.004	-0.002	0.003	0.000	0.001
수수료 인상* 아파트 가격	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
세대수			<b>0.002***</b>	0.000	<b>0.002***</b>	0.000
평균연령			<b>0.056*</b>	0.033	0.010	0.007
평균 가구원수			-0.147	0.296	<b>-0.423** *</b>	0.060
L.1					<b>0.085***</b>	0.012
여름					<b>0.160***</b>	0.019
가을					<b>0.126***</b>	0.020
겨울					0.017	0.020
_cons	6.565	1.670	6.114	2.420	7.676	0.499
n of obs	351		270		260	
degree of freedom	3		7		11	
Wald Chi(2)	24.60		208.83		4146.38	

마지막으로 분절회귀모형(segmented regression model)을 활용하여 배출세 인상의 효과를 살펴보았다. 아래 <표 5-12>에서 모형 1은 정책도입과 관련한 변수들만을, 모형 2는 자기 상관을 보정할 수 있는 1번 시차(lag1)와 계절성을 보정할 수 있는 계절더미 없이 독립변수와 통제변수들만 포함한 모형이다. 모형의 종속변수는 아파트 단지의 월별 음식물 쓰레기 배출량이다. 1번 모형에서 보여지고 있는 바와 같이 정책 관련 변수 중 시간의 흐름 변수와 정책도입 이후 시간 변수만 유의미하게 나타났으며, 배출세 인상과 관련한 변수는 유의미하게 나타나지 않았다. 이는 통제변수들을 포함한 2번 모형에서도 같이 나타났다. 2번 모형에서 포함된 통제변수 중 유의미하게 나타난 변수는 평균 연령 변수였다. 즉, 평균 연령이 높은 곳일수록 쓰레기 배출량이 많았다.

자기상관을 보정하기 위하여 Lag1 변수와 계절더미 변수를 추가한 3번 모형에서는 정책 도입과 관련한 모든 변수가 영향력을 잃은 것으로 나타난다. 또한 세대수 변수는 유의미하게 종속변수에 정(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으나 평균연령 변수는 모형 2과 다르게 유의미하게 나타나지 않았다. 평균 가구원수 변수는 통계적으로 매우 유의미하였으며 그 부호는 (-)로 나타났다. 이는 한 세대당 평균 가구원 수가 적을수록 음식물 쓰레기 배출량이 많다는 것을 의미한다. 유광수와 박현선(2003)이 명시한 바와 같이 현대 사회의 가정은 연령이 높은 노년층 인구가 홀로 거주하는 1인 가구들이 점점 많아지고 있다는 것을 특징으로 한다. 또한 본 연구의 대상인 성북구 아파트 단지들의 평균 연령은 서울시 평균보다 더 높게 나타났다. 이러한 노년층 인구들은 외부 음식점 등을 통하여 식사를 해결하기보다는 음식 재료를 구입하여 집에서 직접 조리하여먹는 경우가 많다. 따라서 이러한 경우 평균 가구원 수가 적을수록 음식물 쓰레기 배출량이 많을 것으로 예상하여볼 수 있다. 또한 아파트

가격이 높은 지역일수록 음식물 쓰레기 배출량이 많은 것으로 나타났다. 이는 경제적으로 부유한 지역일수록 음식물 쓰레기가 많이 배출된다는 기존의 연구와 상통하는 결과이다. 마지막으로 Lag1 변수도 유의미한 변수로 도출되었다. 계절 더미 중에서는 여름, 가을이 유의미하게 도출되었으며 부호는 (+)로 나타나, 여름과 가을일수록 음식물 쓰레기 배출량이 많다는 것을 알 수 있었다.

<표 5-12> 분절회귀 분석 결과

lfoodwaste	Panel GLS 모형					
	Model 1		Model 2 (L.1 포함)		Model 3 (L.1, 계절더미포함)	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
시간	0.052** *	0.012	0.055** *	0.011	0.000	0.003
정책 도입 (배출세 인상)	-0.181	0.140	-0.194	0.126	0.005	0.032
정책도입 이후 시간	-0.061 ***	0.018	-0.063 ***	0.016	-0.001	0.004
세대수			0.002	0.000	0.002** *	0.000
아파트 가격			0.000	0.001	0.000** *	0.000
평균연령			0.056*	0.032	0.010	0.007
평균 가구원수			-0.147	0.283	-0.423 ***	0.060
L.1					0.084** *	0.013
여름					0.159** *	0.021
가을					0.123** *	0.024
겨울					0.016	0.021
_cons	7.975	0.102	5.463	1.842		
n of obs	351		270		260	
degree of freedom	3		7		11	
Wald Chi(2)	24.60		208.83		4146.38	



## 제 5절 소결

또한 배출 수수료를 인상하였던 성북구의 아파트 단지들을 대상으로 시계열 분석을 실시하여 오염세(배출 수수료)의 인상이 음식물 쓰레기 감량에 미치는 영향을 살펴보았다. 배출 수수료의 인상이 종량제 효과에 미치는 영향은 이미 많은 선행연구들이 이루어진 바 있으나 상반되는 실증 분석 결과들이 존재하고 있는 상황이다. 배출 수수료의 인상이 쓰레기 발생량을 감소시킬 것이라 예상하는 학자들은 시장 원리를 활용하여 오염 배출량을 줄이고자 도입한 오염세(emission fee)의 일종으로서 배출 수수료를 인식하고(이준구, 2016), 수수료가 높아지면 자연스럽게 쓰레기 배출량도 감소할 것이라 예상한다(이민상/조준택, 2013). 그러나 쓰레기 배출량과 배출 수수료의 관계를 부정하는 학자들은 쓰레기 배출량은 가격 비탄력적이며(Jenkins, 1993), 수수료보다는 계절이나 가구원 수와 같은 요인에 더 많이 영향받는다(홍성훈, 2001)고 주장한다. 또한 우리나라의 경우 적절한 수준의 수수료를 부과하고 있지 않아 감량효과가 나타나지 않고 있다는 지적도 있다(정광호 외, 2007). 이처럼 배출 수수료 인상의 효과에 대한 상반된 실증분석 결과들이 존재한다. 그러나 현재까지 배출 수수료 인상 효과를 다룬 연구들은 모두 연구의 분석단위가 매우 광범위하여 음식점과 주택에서 발생한 쓰레기량이 모두 통합된 형태로 분석되었기 때문에 시민들의 쓰레기 배출 행태를 명확히 분석하는데 어려움이 있었다. 뿐만 아니라 인상의 폭이 크지 않기 때문에 배출 수수료 인상의 효과를 보다 보수적으로 분석할 수 없었다. 본 연구의 연구대상인 성북구의 경우 배출 수수료 인상 폭이 1Kg당 25원으로 우리나라 역대 지방자치단체 중 가장 크고 분석단위 또한 아파트 단지로 작아 보다 면밀한 분석이 가능하였다. 본 연구 분석 결과 배출 수수료의 인상은 음식물 쓰레기

감량에 큰 영향을 미치지 못하고 있는 것으로 나타났다. 음식물 쓰레기 배출량은 세대수, 평균 가구원수, 계절과 같은 변수들에 의하여 더 많이 좌우되었다.

그렇다면 왜 배출 수수료 인상이라는 오염세(emission fee)는 한국의 음식물 쓰레기 종량제에서 정책 목표를 달성하지 못하였을까? 본 연구는 이와 같은 질문의 답을 배출 수수료 인상을 정책 수단적 관점에서 이해함으로써 도출하고자 한다. 즉, 본 연구에서는 배출 수수료의 인상이 McDonel and Elmore(1987)가 제시한 네 가지 정책수단 중 ‘명령’에 해당한다고 보고, 정책 수단적 관점에서 배출 수수료 인상이 정책 목표를 달성하지 못하고 있는 이유를 밝히고자 한다. 앞서 살펴본 바와 같이 본 연구 결과 배출 수수료의 인상은 음식물 쓰레기 배출량 감량에 효과가 없는 것으로 나타났다. McDonel and Elmore(1987)는 명령이 정책 목표를 달성하기 위해서는 정부가 어느 정도를 명령을 적용할 기준선으로 설정할 것인지, 그렇게 설정되었을 때 정책 수용자들은 어떻게 행동할 것인지에 대한 정보(information)를 충분히 가지고 있어야 한다고 지적한다. 한국의 쓰레기 종량제의 경우 관료들이 어느 정도를 충분한 수준의 쓰레기 배출 수수료인지를 파악하지 못하고 있다는 점(정광호 외, 2007)은 고질적인 문제점으로 지적되어왔다. 따라서 정부는 배출 수수료의 효과적인 작동을 위하여 적절한 수준의 배출 수수료에 대한 충분한 증거와 정보를 수집해야 할 것으로 보인다.



## 제 5장 결론

### 제 1절 연구 결과의 요약

본 연구는 크게 두 가지 파트로 나뉘어져 있다. 먼저 첫 번째 부분에서는 서울 시내 2081개 아파트 공동주택 단지들을 대상으로 하여 RFID 개별계량 방식을 도입하게 하는 요인을 도출하게 하였다. 두 번째로 RFID 개별계량 방식에서 시도되고 있는 작동 원리인 세대별 종량제 도입과 배출 수수료 인상이 음식물 쓰레기 배출량에 미치는 영향을 분석하였다.

가장 먼저 도입 요인 분석의 경우 Rogers의 혁신 전파 이론에서부터 시작된 기술 도입과 관련한 이론들의 역사적 흐름을 살펴본 뒤, 가장 최근의 이론인 T-O-E 이론에 맞추어 혁신 기술 도입에 영향을 미치는 요인을 기술적, 조직적, 환경적 요인으로 분류하였다. 또한 서울시 내 자치구청 청소행정과에서 근무하고 있는 공무원들과 아파트 관리사무소, 아파트 거주민, 쓰레기 배출업체 직원들과의 인터뷰를 통하여 요인들을 조작적 정의하였다. 그 결과 배출 수수료 차이가 작을수록 RFID 개별계량 방식을 활용할 가능성이 높았다. 또한 아파트 가격이 낮고 자치관리를 시도하는 아파트 단지일수록 혁신 기술을 더 원활하게 도입하는 것으로 나타났다. 마지막으로 정부에서 강한 도입 의지를 가지고 주민들에게 정보를 많이 제공하는 환경이 조성될수록 RFID 개별계량 방식이 잘 도입되었다. 평당 아파트 평균 가격을 거주 주민들 소득의 대리변수(proxy variable)로 파악하여 아파트 단지들을 네 가지 그룹으로 범주화하여 로지스틱 회귀분석을 실시하면 다음과 같다. 먼저 상위 10%와 하위 10% 소득수준의 아파트 단지에서는 지방 정부의 정보 제공만이 유일하게 유의미

한 변수로 도출되었다. 즉 지방 정부에서 정보를 많이 제공할수록 아파트 단지에서 RFID 방식을 도입할 가능성이 높다. 그러나 하위 10~50% 수준의 아파트 단지와 상위 10~50% 수준의 아파트 단지에서는 전혀 반대되는 도입 양상을 보이고 있다. 먼저 하위 10~50% 수준에서는 경제적인 요인이 가장 중요한 요인으로 도출되었다. 즉 이 범주의 아파트 단지에서는 배출 수수료 차이가 작을수록 새로운 방식을 도입할 확률이 높다. 반면 상위 10~50% 수준의 아파트 단지에서는 단지별 종량제를 시도하고 있을수록 RFID 방식을 도입할 확률이 높았다. 이는 상위 10~50% 소득 수준의 아파트에서는 경제적 요인보다 사용 요금 혹은 배출세를 납부하는 방식이 공평(equity)한 방식인지가 더 중요한 도입 요인이 될 수 있음을 시사하는 것이다.

다음으로 새롭게 도입된 음식물 쓰레기 종량제 방식인 RFID 개별계량 방식의 음식물 쓰레기 감량 효과에 대하여 알아보았다. 환경부에서는 RFID 개별계량 방식의 도입 시 쓰레기 감량 효과를 견인하기 위하여 배출 수수료 인상과 더불어 한 아파트 단지가 공동으로 음식물 쓰레기를 수거하고 배출한 뒤 배출 수수료를 1/n하는 방식으로 공동부담하는 단지별 종량제 방식에서 각 세대가 정확하게 배출한 양만큼 배출 수수료를 감당하는 세대별 종량제 방식을 도입하였다. 동시에 RFID 개별계량 방식 도입 전 활용되고 있던 음식물 쓰레기 종량제 방식인 납부필증 방식과 쓰레기 봉투 방식에서 RFID 개별계량 방식으로 전환 시 배출 수수료를 인상하였다.

본 연구에서는 세대별 종량제 도입의 정책 효과를 밝히기 위하여 서울시 마포구의 사례를 분석하였으며 배출 수수료 인상의 효과를 밝히기 위해서는 서울시 성북구의 사례를 분석하였다. 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 먼저 세대별 종량제 정책 효과를 밝히기 위한 마포구 사례에

서는 단지별 종량제를 활용하고 있는 아파트 공동주택 단지들과 세대별 종량제를 활용하고 있는 아파트 공동주택 단지들의 음식물 쓰레기 배출량을 DID 분석을 통하여 분석하였다. 그 결과 세대별 종량제 방식인 RFID 개별계량 방식을 채택하고 있는 아파트 단지들의 월별 음식물 쓰레기 배출량이 단지별 종량제 방식을 택하고 있는 단지들에 비하여 월등히 적은 것으로 나타났다. 이를 통하여 개인 인센티브를 바탕으로 하고 있는 세대별 종량제가 무임 승차 현상을 방지하여 음식물 쓰레기 배출량 감량에 기여하고 있음을 알 수 있었다. 또한 성북구에서 RFID 개별계량 방식을 활용하고 있는 아파트 단지들을 대상으로 하여 배출 수수료 인상의 효과를 살펴보고자 하였다. 배출 수수료 인상에 대한 시계열 분석을 시도한 결과 배출 수수료 인상이 음식물 쓰레기 감량에 미치는 영향은 없는 것으로 나타났다.

## 제 2절 연구의 함의

### 1. 연구의 이론적 함의

본 연구는 음식물 쓰레기 종량제를 배경으로 하여 RFID 개별계량 방식의 도입을 견인하는 요인을 탐색하고 ‘명령(배출 수수료 인상)’과 ‘체제 변화(세대별 종량제 도입)’의 관점에서 정책 효과성을 실증하고자 하였다. 본 연구가 가지는 이론적 함의를 살펴보면 다음과 같다.

먼저 RFID 개별계량 방식 도입에 영향을 미치는 요인 중 환경적 요인으로 정부의 정보 제공 정도를 포함함으로써 정부의 정보 제공과 정책 홍보가 혁신 기술을 기반으로 한 정책 도입에 미치는 영향력을 실증하였다. 혁신 기술 도입에 있어 정부의 영향력을 검증해야하는지에 대한 논란은 꾸준히 제기되어왔다. 서구 기업들을 대상으로 혁신 기술 도입 요인을 탐색해왔던 학자들은 자유 시장경제 체제에서 조직은 비용과 편익의 균형을 추구하는 합리적 경제주체이며(Davis, 1987) 기술 도입을 견인하는 것은 기술 자체의 합리성과 조직적 특성이라고 주장한다. 그러나 김상현(2008)이나 Johnson(1987)과 같은 학자들은 특히 동아시아 국가에서 기술의 도입은 정부 주도하에 일어나는 경우가 많음을 지적하면서 정부 관련 변수를 모형에 포함해야함을 지적하였다. 본 연구를 통하여 정부의 정보 제공 변수가 아파트 단지 RFID 개별계량 방식의 도입에 유의미한 영향을 미치고 있음을 실증하였다. 이는 또한 혁신의 전파 주체로서 정부의 정체성을 확인한 것이기도 하다. Rogers(1965)는 혁신의 전파는 사람들 사이에 존재하는 네트워크를 통하여 일어난다고 하였으며, Gartner(1998)는 기술에 대한 전문적 지식을 가지고 있는 전문가들과 언론이 이러한 네트워크의 노드(node)를 담당한다고 하였다. 그러나 본 연구를 통하여 공

공 정책의 영역에서 정부가 인터넷을 통하여 네트워크의 노드를 담당하고 정책 수혜자들에게 정책에 대한 정보를 제공하여 혁신의 확산에 기여하고 있다는 것을 알 수 있었다. 또한 본 연구에서는 정책 이해관계자들을 대상으로 한 심층 인터뷰를 기반으로 RFID 개별계량 방식의 도입에 영향을 미치는 변수를 조작적 정의하고 유의미한 변수를 도출함으로써 향후 기존 선행연구가 가지는 방법론적 한계를 극복하고 현장의 목소리를 파악한 정책적 함의를 도출하고자 하였다.

다음으로 정책 효과분석에서 얻을 수 있는 이론적 함의는 다음과 같다. RFID 개별 계량 방식은 ‘명령(배출 수수료 인상)’과 ‘체제 변화(세대별 종량제의 도입)’이라는 두 가지 정책 수단을 통하여 쓰레기 배출량 감량이라는 정책 목표를 달성하고자 하였다. 따라서 RFID 개별계량 방식의 도입 효과를 살펴보는 것은 정책 목표 달성에 있어 두 정책 수단이 가지는 효과를 도출하는 것이기도 하다. 분석 결과 요약에서 알 수 있듯이 마포구와 성북구를 대상으로 한 본 연구의 연구 결과 세대별 종량제라는 체제 변화는 정책 목표를 달성하였지만, 배출 수수료 인상이라는 명령은 음식물 쓰레기 감량에 효과를 미치지 못했던 것으로 나타났다. Elmore(1987)는 ‘명령(mandate)’라는 정책 수단에 대한 연구를 통하여 명령의 효과가 잘 나타나기 위하여 가장 중요한 것은 적절한 정도의 기준(standard)의 설정임을 밝히고 있다. 즉 명령은 정부가 정책 수혜자들에게 강제로 집행하는 규칙의 성격을 지니는데, 기준(standard)은 이 규칙을 어느 정도로, 누구에게 적용해야하는지를 정해주는 역할을 한다. 정확하고 적절한 정도의 기준을 설정하지 못하면 정책 목표는 달성될 수 없는데, EMcDonel and Elmore(1987)는 적절한 기준 설정을 위하여 가장 중요한 것은 정부가 정책 상황에 대한 충분한 정보를 가지고 있는 것임을 지적한다. 즉 정부는 정책 현장에서 서비스 수혜자들이 어떠한 행태를 보이고



있고 어느 정도 기준을 부과했을 때 정책 효과가 잘 나타나는지에 대한 정보와 경험을 충분히 축적하고 있어야 한다. 이는 쓰레기 종량제를 연구해온 학자들이 관료들이 배출 수수료를 얼마로 책정해야 정책 효과가 나타날 수 있는지 파악하지 못하여 쓰레기 감량 효과가 나타나지 않고 있다(Reichenbach, 2008)고 지적한 바와 일치한다. 세대별 종량제의 경우 기존의 방식에 비하여 충분한 음식물 쓰레기 감량 효과가 있는 것으로 분석되었다. 이는 ‘권한의 이양을 통하여 행정 서비스 전달의 효율성을 높이고 정책 목표를 달성’하는 체제 변화(system change)(McDonel and Elmore, 1987)’의 특성을 그대로 나타내어주고 있다. 그러나 McDonel and Elmore(1987)가 지적하고 있는 바와 같이 이러한 효율성에도 불구하고 체제 변화는 새로운 인센티브 시스템을 도입하고 체제를 변화시켜야 하기 때문에 이해 주체들의 상당한 저항에 직면할 수 있다. 이는 이해주체들이 체제 변화라는 정책 수단이 야기하는 비용이 상당히 크다고 인식하며, 체제 변화보다는 명령의 강화를 통하여 정책 목표를 달성하고자 하기 때문이다. 세대별 종량제의 도입이 음식물 쓰레기 감량에 상당히 효과가 있음에도 불구하고 자치구에서 기존 방식에서 배출 수수료만 인상하는 ‘명령’을 활용하는 것은 두 정책 수단의 갈등이 정책 현장에서 가시화된 것이라고 할 수 있을 것이다. 이러한 관점에서 Elmore(1987)는 체제 변화를 활용했을 때 정부는 새로운 방식이 기존의 방식을 완전히 대체하기 전까지 어떻게 두 방식을 조화롭게 활용할 것인지에 대하여 심도 깊게 고민해야 함을 지적한다. 즉 정부는 지속적인 정책 홍보와 설득을 통하여 새로운 인센티브 시스템 도입에 대한 정치적 저항을 슬기롭게 극복해가야 한다. 앞서 수행된 정책 도입 요인 분석에서 도출된 결론도 이러한 사실을 뒷받침한다. 도입 결과 분석을 통하여 우리는 혁신 기술의 도입이 비용이 낮을수록, 조직의 재정이 풍부할수록 도입이 용이할 것이라는 기존의 연구

결과들과는 달리 오히려 아파트 조직 내에 주민들의 의견을 잘 모을 수 있는 자치관리위원회가 설치되어있는지, 그리고 정부가 정책에 대한 충분한 정보를 제공하고 있는지가 더 중요한 변수임을 알 수 있었다. 이는 향후 정부가 지속적으로 주민들에게 정책 정보를 제공하고 주민들 간 RFID 개별계량 방식의 중요성에 대한 공감대를 형성할 수 있는 문화를 조성해 주어야함을 시사한다.

다음으로 전통적으로 경제학에서 논란이 되어왔던 개인 인센티브의 효과와 오염세 인상의 효과를 실증하여볼 수 있었다. 먼저 개인 인센티브 방식의 효과성을 주장하는 학자들은 그룹 인센티브 방식이 야기하는 사회적 태만(social loafing)과 무임승차(free riding) 현상을 지적한다. 현재 RFID 차량계량 방식에서는 아파트 단지가 음식물 쓰레기 수수료를  $1/n$ 하여 공동 부담하는 단지별 종량제를 택하고 있으며, RFID 개별계량 방식은 각 세대가 배출한 만큼 수수료를 납부하는 세대별 종량제 방식을 채택하고 있다. 연구의 배경이 된 마포구에서는 음식물 쓰레기 종량제 도입 시 RFID 차량계량 방식을 활용하였으며, 이후 주민들의 자제적인 결정에 따라 RFID 개별계량 방식이 점진적으로 보급되고 있는 상황이다. 따라서 마포에 존재하는 아파트 단지들을 대상으로 경향 점수 매칭을 활용한 DID 분석을 통하여 단지별 종량제 방식과 세대별 종량제 방식의 효과성을 비교할 수 있었다. 분석 결과 단지별 종량제 방식보다 RFID를 활용한 세대별 종량제 방식에서 보다 큰 음식물 쓰레기 감량 효과가 있는 것으로 도출되었으며, 감량 효과의 크기도 약 4%로 상당히 컸다. 이를 통하여 개인 인센티브 제도가 무임승차 현상을 방지하여 효과적으로 조직의 성과를 향상할 수 있음을 실증적으로 확인할 수 있었다. 또한 서울시 성북구의 사례를 통하여 오염세 인상의 효과를 분석하였다. 서울시 성북구의 RFID 개별계량 방식을 활용하는 아파트 단지에서는 2015년 7월 배출

수수료가 1Kg당 75원에서 1Kg당 100원으로 인상되었다. 본 연구에서는 이 아파트 단지들을 대상으로 시계열 분석을 실시하였으며 배출 수수료의 인상이 음식물 쓰레기 배출량에 큰 영향을 미치지 못한다는 결과를 도출할 수 있었다. 음식물 쓰레기 배출량에 영향을 미치는 변수는 세대수와 아파트 가격, 계절의 영향등이었다. 이는 Jenkins(1993)가 지적했던 바와 같이 쓰레기의 배출량이 가격에 비탄력적이며 오히려 조직의 규모, 소득 수준, 계절의 영향이 더 클 수 있다는 점을 시사한다.

마지막으로 본 연구를 통하여 인센티브 작동과 관련한 과학기술의 적용 가능성을 학술적으로 탐색하여볼 수 있었다. 앞서 살펴본 바와 같이 현재까지 과학기술과 인센티브 간 관계는 혁신 과학기술 정책의 도입과 이전을 이끌어내기 위하여 어떠한 형태의 인센티브를 부여할 것인지에 대한 연구에 집중되어 있으며, 본 연구와 같이 인센티브 시스템, 현존하는 제도의 효과적 작동을 이끌어내기 위하여 과학기술이 어떠한 역할을 담당할 수 있을 것인지를 분석한 연구는 존재하지 않는다. 본 연구에서 도출된 바와 같이, 과학기술은 성과 측정의 정확성을 높여 생산성 향상에 기여할 수 있다. 먼저 집단 인센티브 방식인 RFID 차량계량 방식과 개인 인센티브 방식인 RFID 개별계량 방식과의 비교를 통하여 RFID가 개인의 성과를 정확하게 측정해주어 집단 인센티브 방식에서 사회적 태만과 무임승차를 방지할 수 있는 개인 인센티브 방식으로의 전환을 가능케 해주었다는 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구를 통하여 향후 과학기술이 기존 제도적 상황 하에서 어떠한 역할을 담당해야 하는지에 대한 학술적 함의를 제공할 수 있다고 판단된다.

## 2. 연구의 정책적 함의

본 연구가 가지는 정책적 함의는 다음과 같다. 먼저 본 연구를 통하여 한국적 상황에서 어떠한 아파트 단지의 특성들이 RFID 개별계량 방식 도입에 영향을 미치는지 도출할 수 있었다. 환경부는 지난 2013년 처음 음식물 쓰레기 종량제를 도입한 이후, 지속적으로 RFID 개별계량 방식을 도입하기 위한 노력을 하고 있다. 현재 환경부는 2017년까지 서울시내 모든 아파트 단지에서 RFID 개별계량 방식을 도입할 것을 강력하게 권고하고 있으나(환경부, 2013), 2015년 10월 현재 전체 아파트 단지 중 약 25%에 해당하는 아파트 단지들에서만 RFID 개별계량 방식을 도입하고 있는 상황이다. 뿐만 아니라 자치구청 청소행정과 직원들과의 인터뷰를 통하여 예산 등의 이유 때문에 RFID 개별계량 방식의 도입을 주저하는 구(區)가 많다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 도출된 도입 요인들을 이용하여 향후 RFID 개별계량 방식의 더욱 활발한 도입을 위한 정책적 함의를 얻을 수 있을 것이라 예상된다.

또한 본 연구에서는 음식물 쓰레기 감량에 있어 RFID 방식 도입이 미치는 긍정적 효과를 실증함으로써, 정책 도입의 이론적 근거를 마련하였다고 할 수 있다. 음식물 쓰레기 처리에 있어 RFID 기술이 미치는 영향이 실증되어야 하는 근거는 다음과 같이 설명하여 볼 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 환경부(2013)에서 밝히고 있는 바와 같이 환경부는 현재 음식물 쓰레기 배출에 있어 RFID 방식을 매우 정력적으로 도입하고 있으며 2017년까지 서울시 내 모든 아파트 단지에 RFID 방식을 전면 도입하는 것을 목표로 하고 있다. 자치구에서 밝히고 있는 바와 같이 RFID 방식의 도입은 고가의 기계 설치를 전제로 하기 때문에 상당한 예산 부담이 발생할 수 밖에 없다. 이러한 상황 하에서 음식물 감량에 대한 RFID

방식의 효과를 실증한 것은 향후 RFID 기술의 적극적 도입을 뒷받침해줄 수 있는 근거를 마련해주었다고 할 것이다.

또한 본 연구를 통하여 음식물 쓰레기를 감량하는 새로운 방법을 소개할 수 있었다. 쓰레기 배출량을 감량하는 것은 쓰레기 처리에 대한 행정적 부담을 감소시킬 수 있을뿐만 아니라 환경의 보존을 통하여 지속 가능한 발전을 유도할 수 있다. 급증하는 쓰레기 배출량을 신속하게 처리하지 못하여 시민들의 극심한 반발에 부딪친 사례는 카타르 등 개발도상국 뿐만 아니라 영국을 비롯한 선진국에서도 보고되고 있다. 또한 쓰레기 매립과 소각 과정에서 발생하는 온실 가스가 야기하는 기후 온난화 문제는 이미 지구의 지속가능한 발전을 저해하는 심각한 요인으로 꼽히고 있다. 따라서 음식물 쓰레기 배출량 감량에 대한 RFID 방식의 효과성을 실증한 것은 행정적 부담을 감소하고 지속가능한 발전을 가능하게 할 수 있는 새로운 지표를 제시한 것이라 할 수 있을 것이다.

다음으로 인센티브 시스템의 효과적 작동을 위하여 혁신 과학기술이 수행해야 하는 역할을 재점검하여 볼 수 있었다. 앞서 살펴본 바와 같이 특히 정보통신기술이 발전하면서 과학기술의 발전이 사회의 모든 문제점을 해결해줄 것이라는 과학기술만능주의적 관점이 강화되기도 하였다. 그러나 정책의 영역에서 과학기술이 수행해야하는 바는 본 연구에서 다룬 사례에서와 마찬가지로 기존 제도의 틀 안에서 제도의 효율적 수행을 꾀할 수 있는 도구적 역할이라 할 수 있다. 이는 인센티브 시스템과 같은 기존의 제도가 경제학과 심리학에서 기반하고 있다는 점에서 알 수 있는 것과 같이 인간의 본성에 대한 심도깊은 이해를 전제로 하여 구축된 시스템이기 때문이다. 가치중립적인 과학기술의 무조건적인 도입과 활용은 정책 집행의 효율성을 향상시켜줄 수 없으며, 특히 ‘인간의 문제를 해결하기 위하여 정부가 의해 결정된 행동방침(이종수 외, 2009)’인 정책의

영역에서 과학기술은 도구적 의미에서 활용되어야 할 것이다. 구체적으로 과학기술은 인간의 성과를 정확하게 측정하고 정보의 축적을 용이하게 하여 인간이 구축한 인센티브 시스템의 효과적 작동을 꾀할 수 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 조직 구성원의 성과를 정확하게 파악하고 측정하는 것은 인센티브 시스템의 효율성을 좌우하는 매우 중요한 요소로 여겨져왔다. 본 연구에서 실증한 바와 같이 과학기술은 각 세대별 음식물 쓰레기 배출량을 정확하게 측정함으로써 음식물 쓰레기 배출량을 감소하는 데 상당한 역할을 하였음을 알 수 있다.

또한 정책 수단의 한 방법으로 활용될 수 있는 그룹 인센티브와 개인 인센티브 중 개인 인센티브 방식이 가지는 가능성을 확인하여볼 수 있었다. 집단 인센티브를 연구한 우리나라의 학자들은 한국과 같이 집단주의 문화가 강하게 작용하는 집단에서 개인 인센티브를 도입하는 것은 상호간의 협력을 저해하고 불필요한 경쟁을 야기할 것임을 경고한다. 즉 이들에 의하면 한국에서 개인 인센티브 제도를 도입하는 것은 시기상조라는 것이다. 그러나 본 연구를 통하여 한국적 상황 하에서도 충분히 개인 인센티브를 효과적 정책 수단으로 활용할 수 있으며, 오히려 그룹 인센티브 제도보다 더 강력하게 작동할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

### 제 3절 연구의 한계와 향후 연구 방향

본 연구자는 본 연구를 통하여 한국의 음식물 쓰레기 종량제에 있어 RFID 개별계량 방식이 어떻게 도입되고 활용되었는지를 밝히고 더 나아가 RFID 개별계량 방식이 다른 종량제 방식에 비하여 가지는 비교우위를 종량제 작동 원리를 분석함으로써 도출하고자 하였다. 그러나 본 연구에서는 몇 가지 한계가 존재한다. 이 부분에서는 연구의 한계점에 대하여 짚어보고, 향후 추가 연구가 이루어져야 하는 방향을 제시하고자 한다.

먼저 도입 요인 분석을 위하여 본 연구에서는 로지스틱 회귀분석(logistic regression model)을 활용하였다. 그러나 로지스틱 회귀분석은 도입이 이루어지기까지 얼마만큼의 시간이 걸렸는지, 그리고 현재 전체 표본 중 RFID 개별계량이 도입된 표본은 어느 정도인지에 대한 정보를 종속변수에 반영하고 있지 못하다. 따라서 향후 RFID 개별계량의 도입이 어느 정도 완료된 시점에서는 생존분석(survival analysis)법, 그 중에서도 위험함수(hazard function)을 이용한 분석이 이루어져야 할 것으로 보인다. 생존분석은 각 관찰단위가 경험하는 상태를 이산변수로 측정하고 그것을 시간적 차원을 갖는 연속변수인 변화율로 전환시켜 변화율의 분포를 기술하거나 예측하는 기법이다(Blossfeld, 2001). 사건사 분석(event history analysis)으로도 불리우는 생존분석에서 종속변수는 특정한 사건이 일어날 확률이며 이를 위험률(hazard rate)이라 표현하기도 한다. 위험률은 시간  $t$  이전에 발생하지 않은 사건이 시간  $t$ 에 발생할 확률이라 명시할 수 있다(박은형, 2015). 따라서 생존분석을 RFID 도입 연구에 적용한다면 종속변수인 위험률은 시점  $t$ 에서 아파트 단지가 RFID 개별계량 방식을 도입할 확률이라 할 수 있을 것이다.

또한 정책 효과 분석에 있어서도 몇 가지 문제점을 지적하여 불

수 있다. 먼저 앞서 설명한 바와 같이 본 연구에서 세대별 종량제와 단지별 종량제의 쓰레기 감량 효과 분석을 위하여 마포구의 사례를 분석하였고, 배출 수수료 인상 효과 분석을 위하여 성북구의 사례를 선정하였다. 마포구의 경우 2013년 6월부터 2016년 7월까지 38개월치 패널 데이터를 구성하였고, 성북구의 경우에도 2014년 5월부터 2016년 7월까지 패널 데이터를 구성하여 최대한 많은 수의 데이터 관측치를 확보하고자 하였다. 특히 시계열 분석에 있어서도 최대한 긴 시간을 대상으로 시계열 분석을 실시하여 시간적 흐름을 충분히 통제하고자 하였다. 그러나 그럼에도 불구하고 본 연구의 연구는 서울시 25개 자치구 중 2개 구를 대상으로, 제한적인 시간적 범위 내에서 연구를 수행하였다는 한계점을 지니며 이를 토대로 음식물 쓰레기 종량제의 효과를 일반화하는 것이 옳은지에 대한 비판에 직면할 가능성이 있다. 그러나 환경부에서 2013년 RFID 개별계량 방식의 도입을 권고한 이후 아직까지 여러 가지 이유로 인하여 매우 제한적인 수의 공동주택 단지에서만 RFID 개별계량 방식을 활용하고 있어 이는 불가피하였다. 따라서 향후 RFID 개별계량 방식이 더욱 활성화되면 데이터의 시간적, 공간적 범위를 모두 확장하여 보다 일반적인 결과를 얻을 수 있도록 해야 할 것이다.

또한 본 연구에서는 세대별 종량제와 단지별 종량제의 DID 분석에서 Propensity Score Matching법을 이용하여 실험 집단과 통제 집단의 1대 1 매칭을 시도하였다. 이후 DID 분석에서도 Propensity Score를 도출하는 데 활용되었던 아파트 공동주택 단지 변수들을 다시 한번 통제 변수로 활용하여 Doubly Robust Estimation을 하고자 하였다. 그러나 Propensity Score Matching의 효과성에 대해서는 많은 비판들이 존재한다. 이석원(2003)은 경향 점수 매칭이 진정한 효과(true impact)와 얼마나 유사한 추정치를 도출하였는지에 대한 비판이 존재한다고 지적하였으며



실제로 OLS 방법으로 도출한 결과가 경향 점수 매칭의 결과와 상이함을 실증하였다.

마지막으로 데이터의 분석단위 오류 한계를 지적하고자 한다. 본 연구에서는 아파트 단지 거주민들의 특성 중 평균 연령과 한 가구당 평균 가구원 수 변수를 통제 변수로 활용하였다. 이 두 가지 변수는 통제변수로서 세대별 종량제와 단지별 종량제의 비교연구와 배출 수수료 인상 효과 분석 연구에서 모두 사용되었다. 그러나 본 연구의 분석 단위가 아파트 공동주택단지임에도 불구하고 두 가지 통제 변수의 경우에는 자료 수집의 한계로 인하여 행정동 기준의 자료들을 대신 활용하여 모형에 포함하였다. 물론 서울시 행정동은 작은 지리적 크기를 가지고 있는 데다가 한 행정동에는 평균적으로 4개에서 5개 사이의 아파트 단지들이 위치해 있다는 점을 고려하여볼 때 행정동 내 거주민들의 특성은 거의 유사할 것이라 예상하여 볼 수 있다. 그러나 엄밀한 이유에서 이는 분석단위의 오류가 일어난 사례라고 할 수 있으며 향후 보다 엄밀한 자료 수집을 위하여 노력할 필요가 있다.

## References

- 강순주, 김진영, 이보배, & 조이브. (2013). 10 년 공공임대아파트 커뮤니티 시설의 운영실태와 커뮤니티 프로그램 요구에 따른 운영 방안. *한국주거학회논문집*, 24(5), 77-88.
- 권순만, & 김난도. (1995). 논문: 행정의 조직경제학적 접근: 대리인 이론의 행정학적 함의를 중심으로. *한국행정학보*, 29(1), 77-96.
- 권일웅. (2012). 공공/민간부문 성과급 비중과 주인-대리인 이론. *행정논총*, 20(2), 113-142.
- 김광복, & 남진. (2005). 주택재개발아파트의 단지배치특성에 따른 임대주택거주자의 커뮤니티 의식 분석.
- 김광휘, 이승수, & 고상진. (2011). 단절적 시계열분석과 패널분석을 통한 전라북도 쓰레기종량제 정책효과 실증 연구-쓰레기배출량과 재활용량, 예산 등을 중심으로. *한국자치행정학보*, 25(1), 165-185.
- 김광휘, 이승수, & 고상진. (2011). 단절적 시계열분석과 패널분석을 통한 전라북도 쓰레기종량제 정책효과 실증 연구-쓰레기배출량과 재활용량, 예산 등을 중심으로. *한국자치행정학보*, 25(1), 165-185.
- 김민주. (2009). 쓰레기종량제의 봉투 가격인상이 쓰레기발생량 및 재활용품수거량에 미치는 효과분석. *한국정책학회보*, 18(3), 311-331.
- 김병섭. (2010). 편견과 오류 줄이기: 조사연구의 논리와 기법. 서울: 법문사.
- 김병섭, 권오성, 권혁주, 김상헌, 김태일. (2013). 정책수단론. 서울: 법문사
- 김상훈. (2010). 음식물쓰레기줄이기 정책 현황 및 향후 추진 방향. *유기성자원학회지*, 18(4), 13-19.

- 김영재(1994), “성과배분제도가 기업의 생산성, 재무적 성과 및 노사관계에 미치는 영향에 관한 연구,” 산업관계연구, 제 4 권, 303-333.
- 김상훈. (2010). 음식물쓰레기줄이기 정책 현황 및 향후 추진 방향. *유기성 자원학회지*, 18(4), 13-19.
- 김정훈. (2007). 쓰레기종량제정책과 PAYT 정책의 비교분석 연구. *한국정책과학학회보*, 11(2), 129-145.
- 김중태. (2008). 정보화에세이: 똑똑한 꼬리표 스마트태그 RFID 활용 사례. *지역정보화*, 52(단일호), 72-79.
- 김태영. (1997). 연구논문: 기초자치단체의 폐기물관리 정책집행에 관한 연구-서울시 자치구의 쓰레기 종량제 수수료 결정을 중심으로. *도시행정학보*, 10(단일호), 119-146.
- 김태일, & 서주현. (1998). 행정학 분야에서 설문조사를 이용한 연구의 방법론적 문제점 분석. *한국행정학보*, 32(3), 199-215.
- 김현철. (2005). 시계열자료의 분석과 예측. *교육·심리·사회 연구방법론 총서시리즈*, 22.
- 남궁근. (2003). 행정조사방법론. 서울: 법문사.
- 노이경, & 황연숙. (2007). 초고층 주상복합아파트 커뮤니티시설의 공간실태 및 평가에 관한 연구. *한국주거학회논문집*, 18(2), 39-47.
- 민인식, 최필선. (2014). 시계열 데이터 분석 STATA. 서울: 지필미디어.
- 박미옥. (2010). 녹색성장과 음식물쓰레기 종량제의 집행과 정책적 시사점-정책집행기관과 정책대상집단의 역할을 중심으로. *한국행정학회 동계학술발표논문집*, 2010(단일호), 1-29.
- 박미옥. (2000). 폐기물 종량제 정책의 평가-수원시 사례분석을 중심으로. *한국정책학회보*, 9(3), 309-333.

- 박원우, 김미숙, 정상명, & 허규만. (2007). 동일방법편의 (Common Method Bias) 의 원인과 해결방안. *인사·조직연구*, 15(1), 89-133.
- 박춘복, 김종호, & 정광호. (2014). 사회서비스 부적정 이용에 대한 감사 효과분석-사회서비스 바우처 사업을 중심으로. *한국정책학회보*, 23(3), 161-198.
- 서재호, & 정광호. (2007). 가격유인을 활용한 폐기물 감량화 정책효과 분석-쓰레기 종량제를 중심으로. *한국정책학회보*, 16(4), 147-173.
- 신혜정, & 안지영. (2014). 성과급제와 기업성과의 관계. *인적자원관리연구*, 21, 1-18.
- 양동훈. (2004). 집단성과급이 작업성과에 미치는 영향. *경영논총*, 제 15-2집, 183-195.
- 양동훈. (2005). 보상제도가 협동행동에 미치는 영향에 관한 연구. *인사조직연구*, 13, 1-41.
- 양동훈. (2005). 상여금제도의 문제점과 개선방안. *서강경영논총*, 16(1), 83-93.
- 양동훈. (2015). 국내기업 상여금제도의 동향과 과제. *경영컨설팅연구*, 15(3), 13-26.
- 원인성. (2008). 집단성과급제의 생산성 및 품질 향상 효과에 관한 실증연구. *산업경제연구*, 21(1), 289-313.
- 이건재. (2002). 「MSW 종량제의 개선방안에 관한 연구-서울특별시 관악구의 생활폐기물을 중심으로」. 박 사학위논문, 경희대학교 대학원
- 이민상, & 조준택. (2013). 음식물쓰레기 종량제의 정책효과 실증분석. *정책분석평가학회보*, 23, 239-262.

- 이석원. (2003). Propensity Score Matching 방법에 의한 실업자 직업훈련 사업의 효과성 평가. *한국행정학보*, 37(3), 181-199.
- 이정임, & 이영현. (2014). 음식물쓰레기 종량제 성과와 과제. *정책연구*, 1-124.
- 이영환, (2005), , 서울 : 율곡출판사
- 이준구. (2011). *재정학*. 다산출판사.
- 이환범, 이수창, 나경엽. (2008). 경찰공무원 특성에 따른 직무스트레스 대처방안 연구. *한국지역혁신논집*, 3, 95-116.
- 전승표, 김유일, & 유형선. (2013). 웹 검색트래픽을 활용한 소비자의 기대주기 비교 연구: 네이버와 구글 검색을 중심으로. *한국기술혁신학회지*, 16(4), 1109-1133.
- 전영한, & 이경희. (2010). 정책수단연구: 기원, 전개, 그리고 미래. *행정논총*, 48(2)
- 전영한. (2007). 기획논문: 정책도구의 다양성: 도구유형분류의 쟁점과 평가. *정부학연구*, 13(4), 259-296.
- 전영한. (2007). 정책도구연구의 의의와 과제. *정부학연구* . 13(2): 39-50.
- 정광호, 서재호, & 홍준형. (2007). 쓰레기 종량제 정책효과 실증분석. *한국행정학보*, 41(1), 175-201.
- 정정길, 최종원, 이시원, 정준금, & 정광호. (2010). *정책학원론*. 서울: 대명출판사.
- 최근열, & 장영두. (2002). 주민자치를 위한 지역공동체로서 아파트공동체 형성의 가능성과 강화방안. *한국지방자치학회보*, 14(2), 159-180.
- 최근호, & 엄태호. (2015). 한국 지방정부의 정책수용에 관한 연구: 음식물 쓰레기 종량제를 중심으로. *한국정책학회보*, 24(4): 155-190.

- 하성규, & 서종균. (2000). 아파트 공동체 운동과 주민의식에 관한 연구. *한국사회정책*, 7(1), 271-299.
- 한광호, & 남성일. (1995). 논문; 이윤배분제도와 생산성: 한국의 기업단위 자료를 이용한 실증분석. *경제학연구*, 42(3), 3255-3306.
- 홍성훈. (1996). 논문: 가정의 쓰레기 규격봉투의 선택과 쓰레기배출. *자원·환경경제연구*, 5(1), 259-270.
- 홍성훈. (2001). 도시생활쓰레기 절감을 위한 가격유인: 쓰레기 종량제의 효과. *경제학연구*, 49(1), 203-221.
- 홍성훈. (2015). 종량제 가격이 생활폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품 수거 서비스 수요에 미치는 영향. *자원·환경경제연구*, 24(4), 747-761.
- 황혜신. (2005). 계약관리능력이 민간위탁 성과에 미치는 영향-주인 대리인 이론의 적용. *한국행정논집*, 17(1), 1-37.

- Abad, E., Palacio, F., Nuin, M., De Zarate, A. G., Juarros, A., Gómez, J. M., & Marco, S. (2009). RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain. *Journal of food engineering*, 93(4), 394-399.
- Abidin, Z., Rahman, N. A. A., Marlia, Z., & Vasudavan, H. (2013). Malaysia Hospital Asset Tracking System using RFID Technology (MHATS).
- Agnihorti, S. B. (2000). *Sex ratio patterns in the Indian population: a fresh exploration*. Sage Publications Ltd.

- Angell, I., & Kietzmann, J. (2006). RFID and the end of cash?. *Communications of the ACM*, 49(12), 90–96.
- Archibugi, D., & Michie, J. (1997). Technological globalisation or national systems of innovation?. *Futures*, 29(2), 121–137.
- Armknrecht, F., Chen, L., Sadeghi, A. R., & Wachsmann, C. (2010). Anonymous authentication for RFID systems. In *Radio Frequency Identification: Security and Privacy Issues* (pp. 158–175). Springer Berlin Heidelberg.
- Armknrecht, F., Sadeghi, A. R., Visconti, I., & Wachsmann, C. (2010, January). On RFID privacy with mutual authentication and tag corruption. In *Applied Cryptography and Network Security* (pp. 493–510). Springer Berlin Heidelberg.
- Ascher, K. (1987). *The politics of privatisation: contracting out public services*. Basingstoke, Hamp., Macmillan.
- Asif, Z. & Mandviwalla, M. (2005). Integrating the Supply chain with RFID: A technical and business analysis, *Communications of the Association for Information Systems*, 15, 393–427.
- Attaran, M. (2012). Critical success factors and challenges of implementing RFID in supply chain management. *Journal of Supply Chain and Operations Management*, 10(1), 144.
- Avoine, G., Coisel, I., & Martin, T. (2010). Time measurement threatens privacy-friendly RFID authentication protocols. In *Radio Frequency Identification: Security and Privacy Issues* (pp. 138–157). Springer Berlin Heidelberg.

- Bandiera, O., Barankay, I., & Rasul, I. (2013). Team incentives: evidence from a firm level experiment. *Journal of the European Economic Association*, 11(5), 1079–1114.
- Bardach, E. (1977). *The Implementation Game*. Cambridge, Mass.: MIT Press
- Barut, M., Brown, R., Freund, N., May, J., & Reinhart, E. (2006). RFID and corporate responsibility: hidden costs in RFID implementation. *Business and Society Review*, 111(3), 287–303.
- Batllell, M., & Hanf, K. (2008). The fairness of PAYT systems: some guidelines for decision-makers. *Waste management*, 28(12), 2793–2800.
- Berthon, P., Pitt, L., Berthon, J. P., Campbell, C., & Thwaites, D. (2008). e-Relationships for e-Readiness: Culture and corruption in international e-B2B. *Industrial Marketing Management*, 37(1), 83–91.
- Bhargava, H. K., & Mishra, A. N. (2014). Electronic medical records and physician productivity: Evidence from panel data analysis. *Management Science*, 60(10), 2543–2562.
- Bhattacharya, M., Chu, C. H., & Mullen, T. (2008, April). A comparative analysis of RFID adoption in retail and manufacturing sectors. In *RFID, 2008 IEEE International Conference on* (pp. 241–249). IEEE.
- Bilitewski, B. (Ed.). (2004). *Handbook on the implementation of pay-as-you-throw: as a tool for urban waste management*. Forum für Abfallwirtschaft und Altlasten.



- Billings, R. S., & Wroten, S. P. (1978). Use of path analysis in industrial/organizational psychology: Criticisms and suggestions. *Journal of Applied Psychology*, 63(6), 677.
- Blinder, A. S. (1990). Introduction. In A. S. Blinder (Ed.), *Paying For Productivity* (pp. 1-14). Washington, D.C.: The Brookings Institution.
- Blossfeld, H. P. (2001). *Techniques of event history modeling: New approaches to casual analysis*. Psychology Press.
- Boulard, G. (2005). RFID: Promise or Peril?. *State Legislatures*.
- Bradford, M., & Florin, J. (2003). Examining the role of innovation diffusion factors on the implementation success of enterprise resource planning systems. *International journal of accounting information systems*, 4(3), 205-225.
- Brown, I., & Russell, J. (2007). Radio frequency identification technology: An exploratory study on adoption in the South African retail sector. *International journal of information management*, 27(4), 250-265.
- Brown, M. P., Sturman, M. C., & Simmering, M. J. (2003). Compensation policy and organizational performance: The efficiency, operational, and financial implications of pay levels and pay structure. *Academy of Management Journal*, 46(6), 752-762.
- Bruner, J. S. (1996). *The culture of education*. Harvard University Press.

- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2000). Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. *The Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23-48.
- Bulkley, N., & Van Alstyne, M. W. (2004). Why information should influence productivity.
- Burgess, S. M., Propper, C., Ratto, M., & Tominey, E. (2003). Incentives in the public sector: Some preliminary evidence from a uk government agency.
- Burgess, S., & Ratto, M. (2003). The role of incentives in the public sector: Issues and evidence. *Oxford review of economic policy*, 19(2), 285-300.
- Castro, L., & Wamba, S. F. (2007). An inside look at RFID technology. *Journal of Technology Management & Innovation*, 2(1), 128-141.
- Chao, C. C., Yang, J. M., & Jen, W. Y. (2007). Determining technology trends and forecasts of RFID by a historical review and bibliometric analysis from 1991 to 2005. *Technovation*, 27(5), 268-279.
- Chatfield, A., Wamba, S. F., & Tatano, H. (2010, January). E-government challenge in disaster evacuation response: the role of RFID technology in building safe and secure local communities. In *System Sciences (HICSS), 2010 43rd Hawaii International Conference on* (pp. 1-10). IEEE.

- Chatman, J. A., & Barsade, S. G. (1995). Personality, organizational culture, and cooperation: Evidence from a business simulation. *Administrative Science Quarterly*, 423-443.
- Chen, R. S., Chen, C. C., Yeh, K. C., Chen, Y. C., & Kuo, C. W. (2008). Using RFID technology in food produce traceability. *WSEAS Transactions on information science and applications*, 5(11), 1551-1560.
- Cheng, H., Ni, W., & Zeng, J. (2009, June). A Kind of RFID Public Service Infrastructure Supporting Item Logistics Record Tracking. In *New Trends in Information and Service Science, 2009. NISS'09. International Conference on* (pp. 847-852). IEEE.
- Ching, S. H., & Tai, A. (2009). HF RFID versus UHF RFID – Technology for Library Service Transformation at City University of Hong Kong. *The Journal of Academic Librarianship*, 35(4), 347-359.
- Cho, Y. H., & Choi, B. D. (2004). E-government to combat corruption: The case of Seoul metropolitan government. *International Journal of Public Administration*, 27(10), 719-735.
- Chong, M. N., Jin, B., Chow, C. W., & Saint, C. (2010). Recent developments in photocatalytic water treatment technology: a review. *Water research*, 44(10), 2997-3027.
- Chowdhury, B., & Khosla, R. (2007, July). RFID-based hospital real-time patient management system. In *Computer and Information Science, 2007. ICIS 2007. 6th IEEE/ACIS International Conference on* (pp. 363-368). IEEE.

- Clarke III, I., & Flaherty, T. B. (2008). RFID and consumer privacy. *Journal of Internet Commerce*, 7(4), 513–527.
- Coleman, J. S., & Department of Health USA. (1966). *Equality of educational opportunity* (Vol. 2). Washington, DC: US Department of Health, Education, and Welfare, Office of Education.
- Corley, J.T., Dickerson, S., 2000. Guest Editorial, PAYT, MSW Management
- Cragg, P. B., & King, M. (1993). Small-firm computing: motivators and inhibitors. *MIS quarterly*, 47–60.
- Davenport, T. H. (2013). *Process innovation: reengineering work through information technology*. Harvard Business Press.
- Davis Jr, F. D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Debackere, K., & Veugelers, R. (2005). The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links. *Research policy*, 34(3), 321–342.
- Dedrick, J., Gurbaxani, V., & Kraemer, K. L. (2003). Information technology and economic performance: A critical review of the empirical evidence. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 35(1), 1–28.
- Deleon, P. (1994). Reinventing the policy sciences: Three steps back to the future. *Policy Sciences*, 27(1), 77–95.

- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information systems research*, 3(1), 60-95.
- Demski, J. S., & Feltham, G. E. R. A. L. D. (1978). Economic incentives in budgetary control systems. *The Accounting Review*, 53(2), 336-359.
- Devi, K. S., & Bharath, R. (2013). DESIGN OF RFID BASED ATTRACTION OF TOURIST MONITORING SYSTEM. *IJCER*, 2(4), 580-582.
- Dew, N. (2006). *Cookies for the real world: Assessing the Potential of RFID for Contractor Monitoring* (No. NPS-LM-06-013). NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL MONTEREY CA GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS AND PUBLIC POLICY.
- Dewan, S., & Kraemer, K. L. (2000). Information technology and productivity: evidence from country-level data. *Management Science*, 46(4), 548-562.
- Dixit, A. (2002). Incentives and organizations in the public sector: An interpretative review. *Journal of human resources*, 696-727.
- Doern, B. and R. Phidd. (1983). Canadian Public Policy: Ideas, Structures, Processes. Toronto: Nelson Canada
- Doern, G. B., & Phidd, R. W. (1983). *Canadian public policy: Ideas, structure, process*. Methuen.
- Dunleavy, P. (1982). Is there a radical approach to public administration?. *Public Administration*, 60(2), 215-225.

- Earley, P. C. (1994). Self or group? Cultural effects of training on self-efficacy and performance. *Administrative Science Quarterly*, 89-117.
- Ebbers, W. E., Pieterse, W. J., & Noordman, H. N. (2008). Electronic government: Rethinking channel management strategies. *Government Information Quarterly*, 25(2), 181-201.
- EDWARD, J. (2007). Governments influence RFID adoption. *RFID Journal*, November/December.
- Ema, A., & Fujigaki, Y. (2011). How far can child surveillance go?: Assessing the parental perceptions of an RFID child monitoring system in Japan. *Surveillance & Society*, 9(1/2), 132-148.
- European Communities (2004) *European convention for the protection of human rights and fundamental freedoms, Article 8*.
- Ezovski, G. M., & Watkins, S. E. (2007, March). The electronic passport and the future of government-issued RFID-based identification. In *RFID, 2007. IEEE International Conference on* (pp. 15-22). IEEE.
- Fazel, A., Forouharfar, A., & Fazel, A. (2011). Measuring readiness for RFID adoption: Reflection from Iranian supply chain companies.
- Fehrenbacher, D. D. (2013). *Design of incentive systems*. Springer.
- Fenn, J., & Linden, A. (2005). Gartner's Hype Cycle Special Report for 2005. Retrieved January, 7, 2010.
- Fenn, J., & Raskino, M. (2011). Gartner's hype cycle special report for 2011. *Stamford, CT: Gartner*.
- Fitzek, D. (2005). Application of RFID in the Grocery Supply Chain.

- FitzRoy, F. R., & Kraft, K. (1986). Profitability and profit-sharing. *The Journal of Industrial Economics*, 113-130.
- FitzRoy, F. R., & Kraft, K. (1987). Cooperation, productivity, and profit sharing. *The Quarterly Journal of Economics*, 102(1), 23-35.
- Frederickson, H. G. (2005). Governance, Governance Everywhere. *The Oxford handbook of public management*, 282.
- Fullerton, D., & Kinnaman, T. C. (1996). Household responses to pricing garbage by the bag. *The American Economic Review*, 86(4), 971-984.
- Ganster, D. C., Kiersch, C. E., Marsh, R. E., & Bowen, A. (2011). Performance-based rewards and work stress. *Journal of Organizational Behavior Management*, 31(4), 221-235.
- Gaukler, G. M., & Seifert, R. W. (2007). Applications of RFID in supply chains. In *Trends in supply chain design and management* (pp. 29-48). Springer London.
- Gaynor, M., Rebitzer, J. B., & Taylor, L. J. (2001). *Incentives in HMOs* (No. w8522). National bureau of economic research.
- Goh, J. M., Gao, G., & Agarwal, R. (2011). Evolving work routines: Adaptive routinization of information technology in healthcare. *Information Systems Research*, 22(3), 565-585.
- Gramlich, F. W. (1977). The demand for clean water: the case of the Charles river. *National Tax Journal*, 183-194.
- Grandon, E. E., & Pearson, J. M. (2004). Electronic commerce adoption: an empirical study of small and medium US businesses. *Information & management*, 42(1), 197-216.

- Grover, V., & Goslar, M. (1993). Toward an empirical taxonomy and model of evolution for telecommunications technologies. *Journal of Information Technology*, 8(3), 167-176.
- Halcoussis, D. (2005). *Understanding econometrics*.
- Hamilton, B. H., Nickerson, J. A., & Owan, H. (2003). Team incentives and worker heterogeneity: An empirical analysis of the impact of teams on productivity and participation. *Journal of political Economy*, 111(3), 465-497.
- Hanley, Robert (1988), "Pay-by-Bag Trash Disposal Really Pays, Town Learns," *The New York Times*, November
- Hansen, D. G. (1997). Individual responses to a group incentive.
- Harkins, S. G., & Jackson, J. M. (1985). The role of evaluation in eliminating social loafing. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 11(4), 457-465.
- Hasan, M. F. M., Tangim, G., Islam, M. K., Khandokar, M. R. H., & Alam, A. U. (2010, July). RFID-based ticketing for public transport system: Perspective megacity Dhaka. In *Computer Science and Information Technology (ICCSIT), 2010 3rd IEEE International Conference on* (Vol. 6, pp. 459-462). IEEE.
- Ho, A. T. K., & Ni, A. Y. (2004). Explaining the adoption of e-government features a case study of Iowa county treasurers' offices. *The American Review of Public Administration*, 34(2), 164-180.
- Hölmstrom, B. (1979). Moral hazard and observability. *The Bell journal of economics*, 74-91.



- Hong, S. G., Eun, L. S., Choi, H. R., Lee, K., & Cho, M. J. (2012). A Study on Critical Success Factors of Korean Government-led RFID/USN Projects. *IJACT: International Journal of Advancements in Computing Technology*, 4(3), 279-284.
- Hongkong smart card system: the World Bank group, [online], Available : <http://lnweb18.worldbank.org/External/lac/lac.nsf/Sectors/Transport/D5A576A039A802C0852568B2007988AD?OpenDocument>
- Hood, C. (1986). *The Tools of Government*. Chatham, NJ: Chatham House.
- Hossain, M. A. (2014). Exploring the Perceived Measures of Privacy: RFID in Public Applications. *Australasian Journal of Information Systems*, 18(2).
- Hossain, M. A., & Quaddus, M. (2009, December). An adoption-diffusion model for RFID applications in Bangladesh. In *Computers and Information Technology, 2009. ICCIT'09. 12th International Conference on* (pp. 127-132). IEEE.
- Hossain, M. A., & Quaddus, M. (2010). An adoption diffusion model of RFID-based livestock management system in Australia. In *Human benefit through the diffusion of information systems design science research* (pp. 179-191). Springer Berlin Heidelberg.
- Hossain, M. A., & Quaddus, M. (2010). Impact of External Environmental Factors on RFID Adoption in Australian Livestock Industry: An Exploratory Study. In *PACIS* (p. 171).

- Hossain, M. A., & Quaddus, M. (2015). Developing and validating a hierarchical model of external responsiveness: A study on RFID technology. *Information Systems Frontiers*, 17(1), 109–125.
- Hossain, M. F., Sohel, M. K., & Arefin, A. S. (2009). Designing and implementing RFID technology for vehicle tracking in Bangladesh.
- Hutchinson, I. (2011). *Monopolizing Knowledge*. Lulu. com.
- Hwang, M. S., Wei, C. H., & Lee, C. Y. (2009). Privacy and security requirements for RFID applications. *Journal of Computers*, 20(3), 55–60.
- Iacovou, C. L., Benbasat, I., & Dexter, A. S. (1995). Electronic data interchange and small organizations: Adoption and impact of technology. *MIS quarterly*, 465–485.
- Infotech. RFID based Waste Management System. 2013. <http://www.slideshare.net/iaitoinfotech/rfid-in-wastemanagement>
- Jaeger, P. T., & Matteson, M. (2009). e-government and technology acceptance: The case of the implementation of section 508 guidelines for websites. *Electronic Journal of e-Government*, 7(1), 87–98.
- Jenkins, L. (1982). Parametric mixed integer programming: an application to solid waste management. *Management Science*, 28(11), 1270–1284.
- Jenkins, R. R. (1993). The economics of solid waste reduction. *Books*.

- Jensen, A. S., Cazier, J. A., & Dave, D. S. (2008). Mitigating consumer perceptions of privacy and security risks with the use of residual RFID technologies through governmental trust. *J Inform Syst Security*, 4(1), 41-66.
- Jensen, A., Cazier, J., & Dave, D. (2007). The impact of government trust perception on privacy risk perceptions and consumer acceptance of residual RFID technologies. *AMCIS 2007 Proceedings*, 146.
- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of financial economics*, 3(4), 305-360.
- Johnson, H. R., and Vitale, M. R. (1993). "Creating Competitive Advantage With Interorganizational Information Systems," *MIS Quarterly*, Vol. 12, No. 2, pp. 152-165.
- Johnson, N. (1987). *The welfare state in transition: The theory and practice of welfare pluralism*. Univ of Massachusetts Press.
- Jones, E. C., & Chung, C. A. (2011). *RFID and Auto-ID in Planning and Logistics: A Practical Guide for Military UID Applications*. CRC Press.
- Jones, M. A., Wyld, D. C., & Totten, J. W. (2005). The adoption of RFID technology in the retail supply chain. *The Coastal Business Journal*, 4(1), 29-42.
- Jones, P., Clarke-Hill, C., Hillier, D., & Comfort, D. (2005). The benefits, challenges and impacts of radio frequency

- identification technology (RFID) for retailers in the UK. *Marketing Intelligence & Planning*, 23(4), 395-402.
- Juban, R. L., & Wyld, D. C. (2004). Would you like chips with that?: Consumer perspectives of RFID. *Management Research News*, 27(11/12), 29-44.
- Juels, A. (2006). RFID security and privacy: A research survey. *Selected Areas in Communications, IEEE Journal on*, 24(2), 381-394.
- Jung, C., Krutilla, K., & Boyd, R. (1996). Incentives for advanced pollution abatement technology at the industry level: An evaluation of policy alternatives. *Journal of environmental economics and management*, 30(1), 95-111.
- Jung, K., & Lee, S. (2015). A systematic review of RFID applications and diffusion: key areas and public policy issues. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 1(1), 9.
- Karygiannis, T., Eydt, B., Barber, G., Bunn, L., & Phillips, T. (2007). Guidelines for securing radio frequency identification (RFID) systems. *NIST Special publication*, 80, 1-154.
- Kelly, E. P., & Erickson, G. S. (2005). RFID tags: commercial applications v. privacy rights. *Industrial Management & Data Systems*, 105(6), 703-713.
- Kerr, N. L. (1983). Motivation losses in small groups: A social dilemma analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(4), 819.

- Kerr, N. L., & Bruun, S. E. (1983). Dispensability of member effort and group motivation losses: Free-rider effects. *Journal of Personality and social Psychology*, 44(1), 78-94.
- Ketprom U, Mitrpant C, Lowjun P. Closing digital gap on RFID usage for better farm management. In: Management of Engineering and Technology, Portland International Center for. Portland, OR: IEEE; 2007. p. 1748 - 55.
- Ketprom, U., Mitrpant, C., Makhapun, P., Makwimanloy, S., & Laokok, S. (2011, March). RFID for cattle traceability system at animal checkpoint. In *SRII Global Conference (SRII), 2011 Annual* (pp. 517-521). IEEE.
- Khan, L., & Rao, Y. (2001, November). A performance evaluation of storing XML data in relational database management systems. In *Proceedings of the 3rd international workshop on Web information and data management* (pp. 31-38). ACM.
- Kim, D. J., Ferrin, D. L., & Rao, H. R. (2008). A trust-based consumer decision-making model in electronic commerce: The role of trust, perceived risk, and their antecedents. *Decision support systems*, 44(2), 544-564.
- Kim, E. M., Pyeon, M. W., Kang, M. S., & Park, J. S. (2006). A management system of street trees by using RFID. In *Web and Wireless Geographical Information Systems* (pp. 66-75). Springer Berlin Heidelberg.
- Kim, S., & Garrison, G. (2010). Understanding users' behaviors regarding supply chain technology: Determinants impacting the

- adoption and implementation of RFID technology in South Korea. *International Journal of Information Management*, 30(5), 388–398.
- Kinsella, A. (2003). Home telehealthcare: process, policy and procedures. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 9, 356–358.
- Kinsella, A. (2003). Telehealth opportunities for home care patients. *Home Healthcare Now*, 21(10), 661–665.
- Klinger, E. (1975). Consequences of commitment to and disengagement from incentives. *Psychological review*, 82(1), 1.
- Knez, M., & Simester, D. (2001). Firm-wide incentives and mutual monitoring at Continental Airlines. *Journal of Labor Economics*, 19(4), 743–772.
- Kodialam, M., Nandagopal, T., & Lau, W. C. (2007, May). Anonymous tracking using RFID tags. In *INFOCOM 2007. 26th IEEE International Conference on Computer Communications. IEEE* (pp. 1217–1225). IEEE.
- Konsynski, B., & Smith, H. A. (2003). Developments in practice x: Radio frequency identification (rfid)–an internet for physical objects. *Communications of the Association for Information Systems*, 12(1), 19.
- Kovavisaruch, L., & Suntharasaj, P. (2007, August). Converging technology in society: opportunity for radio frequency identification (RFID) in Thailand's transportation system. In *Management of Engineering and Technology, Portland International Center for* (pp. 300–304). IEEE.

- Kraemer, K., & King, J. L. (2006). Information technology and administrative reform: will e-government be different?. *International Journal of Electronic Government Research (IJEGR)*, 2(1), 1-20.
- Krasnova, H., Weser, L., & Ivantysynova, L. (2008). Drivers of RFID adoption in the automotive industry. *AMCIS 2008 Proceedings*, 287.
- Kravitz, D. A., & Martin, B. (1986). Ringelmann rediscovered: The original article.
- Ku, D. T., Chen, W. Y., Ito, Y., & Chang, W. C. (2012). Design and Development of Mobile English Learning Supporting System by Integrating RFID Technology for 4th grade Students. *JCIT*, 7(7), 242-252.
- Kumar, R. (2003, November). Interaction of RFID technology and public policy. In *RFID Privacy Workshop@ MIT*.
- Kuo, C. H., & Chen, H. G. (2008, January). The critical issues about deploying RFID in healthcare industry by service perspective. In *Hawaii International Conference on System Sciences, Proceedings of the 41st Annual* (pp. 111-111). IEEE.
- Kuo, F., Lee, Y., & Tang, C. Y. (2004). The Development of RFID in Healthcare in Taiwan. In *ICEB* (pp. 340-345).
- Lao, G., & Wang, Q. (2008, October). A circulation management model for safer food supply based on RFID. In *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008. WiCOM'08. 4th International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.

- Laurie, A. (2007). Practical attacks against RFID. *Network Security*, 2007(9), 4-7.
- Lawler III, E. E. (1990). *Strategic pay: Aligning organizational strategies and pay systems*. Jossey-Bass.
- Lazear, E. P. (2000). The power of incentives. *The American Economic Review*, 90(2), 410-414.
- Lee, C. P., & Shim, J. P. (2007). An exploratory study of radio frequency identification (RFID) adoption in the healthcare industry. *European Journal of Information Systems*, 16(6), 712-724.
- Lee, H., & Kim, J. (2006, April). Privacy threats and issues in mobile RFID. In *Availability, Reliability and Security, 2006. ARES 2006. The First International Conference on* (pp. 5-pp). IEEE.
- Lee, K., Nieto, J. G., & Boyd, C. (2012). A state-aware RFID privacy model with reader corruption. In *Cyberspace Safety and Security* (pp. 324-338). Springer Berlin Heidelberg.
- Lee, M. K., Cheung, C. M., & Chen, Z. (2005). Acceptance of Internet-based learning medium: the role of extrinsic and intrinsic motivation. *Information & management*, 42(8), 1095-1104.
- Lee, S. & Jung, K. (2016). A meta-analysis of determinants of RFID adoption around the world: Organization, technology, and public policy. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 10(1), 67-90.



- Li, S., Visich, J. K., Khumawala, B. M., & Zhang, C. (2006). Radio frequency identification technology: applications, technical challenges and strategies. *Sensor Review*, 26(3), 193-202.
- Lian, J. W., & Yen, D. C. (2013). To buy or not to buy experience goods online: Perspective of innovation adoption barriers. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 665-672.
- Lian, K. Y., Hsiao, S. J., & Sung, W. T. (2013). Intelligent multi-sensor control system based on innovative technology integration via ZigBee and Wi-Fi networks. *Journal of Network and Computer Applications*, 36(2), 756-767.
- Lin, L. C. (2009). An integrated framework for the development of radio frequency identification technology in the logistics and supply chain management. *Computers & Industrial Engineering*, 57(3), 832-842.
- Linden, A., & Fenn, J. (2003). Understanding Gartner's hype cycles. *Strategic Analysis Report N° R-20-1971. Gartner, Inc.*
- Linder, S. and G. Peters. (1989). Instruments of Government: Perceptions and Contexts, *Journal of Public Policy*, 9(1): 35-58.
- London, M., & Oldham, G. R. (1977). A comparison of group and individual incentive plans. *Academy of Management Journal*, 20(1), 34-41.
- Lorenc, M. L. (2007). Mark of the Beast: US Government Use of RFID in Government-Issued Documents, *The Alb. LJ Sci. & Tech.*, 17, 583.

- Luo, Z., Tan, Z., Ni, Z., & Yen, B. (2007, October). Analysis of RFID adoption in China. In *e-Business Engineering, 2007. ICEBE 2007. IEEE International Conference on* (pp. 315-318). IEEE.
- Mahler, J., & Regan, P. M. (2002). Learning to govern online: Federal agency Internet use. *The American Review of Public Administration*, 32(3), 326-349.
- Markman, G. D., Phan, P. H., Balkin, D. B., & Gianiodis, P. T. (2005). Entrepreneurship and university-based technology transfer. *Journal of Business Venturing*, 20(2), 241-263.
- Markus, M. L. (1983). Power, politics, and MIS implementation. *Communications of the ACM*, 26(6), 430-444.
- Martinez, L. (2005). To catch a thief: Why RFID could help change the sporting goods landscape. *SportsEdge*, 5, 26-31.
- Masters, A., & Michael, K. (2007). Lend me your arms: The use and implications of humancentric RFID. *Electronic Commerce Research and Applications*, 6(1), 29-39.
- McDonnell, L. M. and R. F. Elmore. (1987). Alternative Policy Instruments. Santa Monica, CA: Center for Policy Research in Education.
- Meade, P. T. and Rabelo, L. (2004) „The technology adoption life cycle attractor: Understanding the dynamics of high-tech markets“, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 71, No. 7, pp. 667-684.
- Meingast, M., King, J., & Mulligan, D. K. (2007, March). Embedded RFID and everyday things: A case study of the security and

- privacy risks of the US e-passport. In *RFID, 2007. IEEE International Conference on* (pp. 7-14). IEEE.
- Meyer, B. J. (1975). *The organization of prose and its effects on memory* (Vol. 1). North-Holland Publishing Co.[etc.].
- Meyer, H. H. (1975). The pay-for-performance dilemma. *Organizational dynamics*, 3(3), 39-50.
- Meyer, M., Milgrom, P., & Roberts, J. (1992). Organizational prospects, influence costs, and ownership changes. *Journal of Economics & Management Strategy*, 1(1), 9-35.
- Miceli, M. P., & Heneman, R. L. (2000). Contextual determinants of variable pay plan design: A proposed research framework. *Human Resource Management Review*, 10(3), 289-305.
- Michahelles, F. (2009, October). How the Internet of Things will gain momentum: Empower the users. In *Invited Paper, International Conference of Impact on Ubiquitous RFID/USN Systems to Industry, Sunchon*.
- Milkovich, G., & Wigdor, A. E. (1991). *Pay for Performance: Evaluating Performance Appraisal and Merit Pay*. Washington (DC): National Academy Press
- Miller, G. J. (2005). The political evolution of principal-agent models. *Annu. Rev. Polit. Sci.*, 8, 203-225.
- Mintzberg, H. (1979). *The structuring of organizations* (Vol. 203). Englewood Cliffs, NJ: Prentice hall.

- Miranda, M. L., Everett, J. W., Blume, D., & Roy, B. A. (1994). Market based incentives and residential municipal solid waste. *Journal of policy analysis and management*, 13(4), 681-698.
- Mitnick, B. M. (1980). Incentive systems in environmental regulation. *Policy Studies Journal*, 9(3), 379.
- Mitnick, B. M., Quirk, P. J., Agencies, C. R., & Brown-John, C. L. (1980). *The Political Economy of Regulation: Creating, Designing, and Removing*. New York: Comlombia University Press.
- Morgan, G., & British Sociological Association. (1990). *Organizations in society*. London: Macmillan.
- Murad, M., Rehman, A., Shah, A. A., Ullah, S., Fahad, M., & Yahya, K. M. (2011, September). RFAIDE – An RFID based navigation and object recognition assistant for visually impaired people. In *Emerging Technologies (ICET), 2011 7th International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.
- MURRAY, C. (2003). Privacy concerns mount over retail use of RFID technology. *EE Times*, 2.
- Nah, F. F. H., Tan, X., & Teh, S. H. (2004). An empirical investigation on end-users' acceptance of enterprise systems. *Information Resources Management Journal (IRMJ)*, 17(3), 32-53.
- Nanseki. A navigation system for appropriate pesticide use: design and implementation. *Agricultural Information Research*. 2005;14:207 - 26.

- Naumann I, Hogben G. Privacy features of European eID card specifications. *Network Security*. 2008;8:9 - 13.
- O'Leary, D. E. (2008). Gartner's hype cycle and information system research issues. *International Journal of Accounting Information Systems*, 9(4), 240-252.
- O'leary, D., D'agostino, V., Re, S. R., Burney, J., & Hoffman, A. (2003). *U.S. Patent No. 6,609,113*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Olson, M. (1971). The Logic of collective action. Public Goods and the Theory of Groups.
- Olson, M. (1971). Increasing the incentives for international cooperation. *International Organization*, 25(04), 866-874.
- Oren, Y., Schirman, D., & Wool, A. (2012, June). RFID jamming and attacks on Israeli e-voting. In *Smart Objects, Systems and Technologies (SmartSysTech), Proceedings of 2012 European Conference on* (pp. 1-7). VDE.
- Papadakis, E. (1993). Class interests, class politics and welfare state regime. *British Journal of Sociology*, 249-270.
- Park, N., Song, Y., & Won, D. (2008, April). Policy and role based mobile RFID user privacy data management system. In *Network Operations and Management Symposium, 2008. NOMS 2008. IEEE* (pp. 1003-1006). IEEE.
- Patterson, S. D. (2003). Proteomics: evolution of the technology. *Biotechniques*, 35(3), 440-445.

- Pearson, J., & Moise, T. (2007). The Advantages of FRAM-Based Smart ICs for Next Generation Government Electronic IDs. *RFID Product News*.
- Pohjola, M. (2001). *Information technology, productivity, and economic growth: International evidence and implications for economic development*. Oxford University Press.
- Poston, R., & Grabski, S. (2001). Financial impacts of enterprise resource planning implementations. *International Journal of Accounting Information Systems*, 2(4), 271-294.
- Prado, J. A. D., Monterrey, I. C., & Prado, F. E. D. Creating Traffic Knowledge System in Mexico: Applying RFID to Prevent the Vandalism.
- Prasanth, V., Hari, P. R., & Soman, K. P. (2009, December). Ticketing Solutions for Indian Railways Using RFID Technology. In *Advances in Computing, Control, & Telecommunication Technologies, 2009. ACT'09. International Conference on* (pp. 217-219). IEEE.
- Premkumar, G., & Roberts, M. (1999). Adoption of new information technologies in rural small businesses. *Omega*, 27(4), 467-484.
- Quigley, J. M., & Kemper, P. (1976). The economics of refuse collection. *Ballingeri Cambridge, MA*.
- Rainey, H. G. (2003). *Understanding and managing public organizations*. John Wiley & Sons.
- Ramamurthy, K., Premkumar, G., & Crum, M. R. (1999). Organizational and interorganizational determinants of EDI diffusion and

- organizational performance: A causal model. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 9(4), 253-285.
- Ramanathan, R., Ramanathan, U., & Ko, L. W. L. (2014). Adoption of RFID technologies in UK logistics: Moderating roles of size, barcode experience and government support. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 230-236.
- Ramos, A., Scott, W., Scott, W., Lloyd, D., O'Leary, K., & Waldo, J. (2009). A threat analysis of RFID passports. *Communications of the ACM*, 52(12), 38-42.
- Ranganathan, C., & Jha, S. (2005). Adoption of RFID technology: An exploratory examination from supplier's perspective. *AMCIS 2005 Proceedings*, 152.
- Ransford, B., Sorber, J., & Fu, K. (2012). Mementos: system support for long-running computation on RFID-scale devices. *ACM SIGPLAN Notices*, 47(4), 159-170.
- Reichenbach, J. (2008). Status and prospects of pay-as-you-throw in Europe - A review of pilot research and implementation studies. *Waste Management*, 28(12), 2809-2814.
- Relly, J. E., & Sabharwal, M. (2009). Perceptions of transparency of government policymaking: A cross-national study. *Government Information Quarterly*, 26(1), 148-157.
- Reschovsky, J. D., & Stone, S. E. (1994). Market incentives to encourage household waste recycling: Paying for what you

- throw away. *Journal of policy analysis and management*, 13(1), 120–139.
- RFID Gazette. RFID hybrid tech: Combining GPS for location tracking. Retrieved December 5, 2006, from [http://www.rfidgazette.org/2006/09/rfid\\_hybrid\\_tec.html](http://www.rfidgazette.org/2006/09/rfid_hybrid_tec.html)
- Roberti, M. (2003). Analysis: RFID–Wal–Mart’s network effect. *CIO Insight*.
- Rogers, E. M. (2010). *Diffusion of innovations*. Simon and Schuster.
- Romero, A., & Lefebvre, E. (2013). Gaining Deeper Insights into RFID Adoption in Hospital Pharmacies. *World*, 3(3).
- Rosen, H. S. (2004). Public finance. In *The Encyclopedia of Public Choice* (pp. 252–262). Springer US.
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1985). Constructing a control group using multivariate matched sampling methods that incorporate the propensity score. *The American Statistician*, 39(1), 33–38.
- Ruan, T., & Hu, H. (2011). Application of an RFID–based system for construction waste transport: a case in Shanghai. In *Computational Logistics* (pp. 114–126). Springer Berlin Heidelberg.
- Sachs, G. (1999). B2B: 2B or Not 2B. *Goldman Sachs Investment Research*, 29–32.
- Sarma, S. E., Weis, S. A., & Engels, D. W. (2003). RFID systems and security and privacy implications. In *Cryptographic Hardware and Embedded Systems–CHES 2002* (pp. 454–469). Springer Berlin Heidelberg.



- Schindler, H. R., Schmalbein, N., Steltenkamp, V., Cave, J., Wens, B., & Anhalt, A. (2012). SMART TRASH: Study on RFID tags and the recycling industry.
- Schneider, A., & Ingram, H. (1990). Behavioral assumptions of policy tools. *The Journal of Politics*, 52(2), 510–529
- Schultz, R. L., & Slevin, D. P. (Eds.). (1975). *Implementing operations research*. American Elsevier.
- Seymour, L., Lambert-Porter, E., & Willuweit, L. (2007, April). RFID adoption into the container supply chain: proposing a framework. In *Proceedings of the 6th Annual ISOnEworld Conference* (pp. 11–13).
- Shahram, M., & Manish, B. (2005). RFID Field Guide: Deploying radio frequency identification systems. *New York: Prentice Hall*.
- Shavell, S. (1979). On moral hazard and insurance. *The Quarterly Journal of Economics*, 93(4), 541–562.
- Shavell, S. (1979). Risk sharing and incentives in the principal and agent relationship. *The Bell Journal of Economics*, 55–73.
- Shepard, A. (1993). Contractual form, retail price, and asset characteristics in gasoline retailing. *The RAND Journal of Economics*, 58–77.
- Shepard, L. A. (1989). Why We Need Better Assessments. *Educational leadership*, 46(7), 4–9.
- Shepperd, J. A. (1993). Productivity loss in performance groups: A motivation analysis. *Psychological bulletin*, 113(1), 67.

- Siegel, D. S., Waldman, D., & Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research policy*, 32(1), 27-48.
- Skumatz, L. A. (2008). Pay as you throw in the US: Implementation, impacts, and experience. *Waste management*, 28(12), 2778-2785.
- Skumatz, L. P. (2008). Recycling and climate change. *Resource Recycling*, 27, 14-17.
- Skumatz, L.A., 1994. Garbage by the Pound: Ready to Roll with Weight-based Fees. Biocycle.
- Slaughter, A. M. (2000). Governing the global economy through government networks. *The role of law in international politics: essays in international relations and international law*, 177, 181-204.
- Smith, J. E. (2006). You Can Run, But You Can't Hide: Protecting Privacy from Radio Frequency Identification Technology. *NCJL & Tech*, 8, 249.
- Sorell, T. (2013). *Scientism: Philosophy and the infatuation with science*. Routledge.
- Stiroh, K. J. (2002). Are ICT spillovers driving the New Economy?. *Review of Income and Wealth*, 48(1), 33-57.
- Stiroh, K. J. (2002). Information technology and the US Productivity revival: A review of the evidence. *Business Economics*, 37(1), 30.

- Streib, G., & Navarro, I. (2006). Citizen demand for interactive e-government: The case of Georgia consumer services. *The american review of public administration*, 36(3), 288–300.
- Sugahara, K. (2009). Traceability system for agricultural products based on RFID and mobile technology. In *Computer and Computing Technologies in Agriculture II, Volume 3* (pp. 2293–2301). Springer US.
- Sullivan, S. E., & Bhagat, R. S. (1992). Organizational stress, job satisfaction and job performance: where do we go from here?. *Journal of Management*, 18(2), 353–374.
- Svallfors, S. (1995). The end of class politics? Structural cleavages and attitudes to Swedish welfare policies. *Acta Sociologica*, 38(1), 53–74.
- Svallfors, S. (1999). The middle class and welfare state retrenchment. *The end of the welfare state? Responses to state retrenchment*, 34–52.
- Sviokla, J., & Keil, M. (1988). DuPont's artificial intelligence implementation strategy.
- Takahashi, D. (2004). Charles Walton, the Father of RFID. *San Jose Mercury News*.
- Takahashi. "The Father of RFID," Mercury News, [www.siliconvalley.com](http://www.siliconvalley.com) (June 7, 2004).
- Tang, L. L., & Tsai, W. C. (2009). RFID adoption model for taiwan's logistics service providers. In *Proceedings of the XIX ACME*

*International Conference of Pacific Rim Management (ACME 2009).*

- Taylor, S., & Todd, P. (1995). An integrated model of waste management behavior: A test of household recycling and composting intentions. *Environment and behavior*, 27(5), 603-630.
- Teo, T. T. T., & Van Schaik, P. (2009). Understanding T Understanding Technology Acceptance echnology Acceptance in Pre-Service T in Pre-Service Teachers: A Structural-Equation Modeling Approach. *Asia-Pacific Education Researcher*, 18(1), 47-66.
- Teo, T., Lee, C. B., Chai, C. S., & Wong, S. L. (2009). Assessing the intention to use technology among pre-service teachers in Singapore and Malaysia: A multigroup invariance analysis of the Technology Acceptance Model (TAM). *Computers & Education*, 53(3), 1000-1009.
- Tien L. RFID tags should track inventory, not people. RCR Wireless News, 2004.  
<http://www.rcrwireless.com/20040705/archived-articles/rfid-tags-should-track-inventory-not-people>.
- Tornatzky, L. G., & Klein, K. J. (1982). Innovation characteristics and innovation adoption-implementation: A meta-analysis of findings. *IEEE Transactions on engineering management*, (1), 28-45.

- Trevarthen, A., & Michael, K. (2007, July). Beyond mere compliance of RFID regulations by the farming community: a case study of the Cochrane dairy farm. In *Management of Mobile Business, 2007. ICMB 2007. International Conference on the* (pp. 8-8). IEEE.
- Tsai, F. M. C., & Huang, C. M. (2012). Cost-Benefit Analysis of Implementing RFID System in Port of Kaohsiung. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 57, 40-46.
- Ulatowski, L. M. (2007). Recent developments in RFID technology: weighing utility against potential privacy concerns. *ISJLP*, 3, 623.
- Van Houtven, G. L., & Morris, G. E. (1999). Household behavior under alternative pay-as-you-throw systems for solid waste disposal. *Land Economics*, 515-537.
- Vedung, Evert. (1998). Policy Instruments: Typologies and Theories. In Bemelmans-Videc, M., Ray C. Rist. and Evert Vedung (ed.), *Carrot, Stick and Sermons: Policy instruments and their evaluation*, New Brunswick NJ. USA
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2), 186-204.
- Vining, J. (2005). RFID Alone Can't Resolve Cargo Container Security Issues.
- Vos, M., Cullen, R., & Cranefield, J. (2014). A Model for Privacy in Public-Private Sector RFID Systems. ACIS.

- Wagner, J. A. (1995). Studies of individualism-collectivism: Effects on cooperation in groups. *Academy of Management journal*, 38(1), 152-173.
- Wang, Y. B., Lin, K. Y., Chang, L., & Hung, J. C. (2011). A diffusion of innovations approach to investigate the RFID adoption in Taiwan logistics industry. *JCP*, 6(3), 441-448.
- Want, R. (2004). RFID: A key to automating everything. *Scientific American*, 290(1), 56-65.
- Want, R. (2006). An introduction to RFID technology. *Pervasive Computing, IEEE*, 5(1), 25-33.
- Weinstein, R. (2005). RFID: a technical overview and its application to the enterprise. *IT professional*, 7(3), 27-33.
- Welbourne, E., Battle, L., Cole, G., Gould, K., Rector, K., Raymer, S., ... & Borriello, G. (2009). Building the internet of things using RFID: the RFID ecosystem experience. *Internet Computing, IEEE*, 13(3), 48-55.
- Wen, L., Zailani, S., & Fernando, Y. (2009). Determinants of RFID adoption in supply chain among manufacturing companies in China: a discriminant analysis. *Journal of technology management & innovation*, 4(1), 22-32.
- Werb J, Sereiko P. More than just tracking. Frontline Solutions. 2002;3:11 - 42.
- Whitaker, J., Mithas, S., & Krishnan, M. S. (2007). A field study of RFID deployment and return expectations. *Production and Operations Management*, 16(5), 599-612.

- Wicks, A. M., Visich, J. K., & Li, S. (2006). Radio frequency identification applications in hospital environments. *Hospital topics*, 84(3), 3-9.
- Williams, K., Harkins, S. G., & Latané, B. (1981). Identifiability as a deterrent to social loafing: Two cheering experiments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 40(2), 303.
- Williamson, A., Tsay, L. S., Kateeb, I. A., & Burton, L. (2013). Solutions for RFID Smart Tagged Card Security Vulnerabilities. *AASRI Procedia*, 4, 282-287.
- Wu, N. C., Nystrom, M. A., Lin, T. R., & Yu, H. C. (2006). Challenges to global RFID adoption. *Technovation*, 26(12), 1317-1323.
- Wu, N., Chang, Y. S., & Yu, H. C. (2007, September). The RFID industry development strategies of Asian countries. In *RFID Eurasia, 2007 1st Annual* (pp. 1-6). IEEE.
- Wyld, D. C. (2008). Death sticks and taxes: RFID tagging of cigarettes. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 36(7), 571-582.
- Wyld, D. C. (2008). Genuine medicine? Why safeguarding the pharmaceutical supply chain from counterfeit drugs with RFID is vital for protecting public health and the health of the pharmaceutical industry. *competitiveness review: an international business journal*, 18(3), 206-216.
- Xinping, X., Zhongmin, S., & Feng, L. (2005). Grey technology and its application.

- Yashwardhan, D., Akshay, W., & Chandrashekhar, S. RFID Based E-Document Verification Using Cloud. *computing*, 4, 6.
- Yee-Loong Chong, A., & Ooi, K. B. (2008). Adoption of interorganizational system standards in supply chains: an empirical analysis of RosettaNet standards. *Industrial Management & Data Systems*, 108(4), 529-547.
- Yonhap news. 2013.  
<http://news.naver.com/main/read.nhn?.mode=LSD&mid=sec&sid1=102&oid=001&aid=0003353674>.
- Yu, S. C. (2007). RFID implementation and benefits in libraries. *The Electronic Library*, 25(1), 54-64.
- Zailani, S., Fernando, Y., & Zakaria, H. (2010). Determinants of RFID adoption among Logistics Service Providers in Malaysia: a discriminant analysis. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 7(3), 345-367.
- Zare Mehrjerdi, Y. (2010). Coupling RFID with supply chain to enhance productivity. *Business strategy series*, 11(2), 107-123.
- Zare Mehrjerdi, Y. (2010). RFID-enabled healthcare systems: risk-benefit analysis. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, 4(3), 282-300.
- Zhang, R. (2013). A transportation security system applying RFID and GPS. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 6(1), 163-174.
- Zhang, T., Wang, X., Chu, J., Liu, X., & Cui, P. (2010, July). Automotive recycling information management based on the



internet of things and RFID technology. In *Advanced Management Science (ICAMS), 2010 IEEE International Conference on* (Vol. 2, pp. 620–622). IEEE.

Zhu, W., Yu, J., & Wang, T. (2012, November). A Security and privacy model for mobile RFID systems in the internet of things. In *Communication Technology (ICCT), 2012 IEEE 14th International Conference on* (pp. 726–732). IEEE.

Zigurs, I., & Buckland, B. K. (1998). A theory of task/technology fit and group support systems effectiveness. *MIS quarterly*, 313–334.

<https://seoulsolution.kr/ko/content/rfid-%EC%9D%8C%EC%8B%9D%EB%AC%BC%EC%93%B0%EB%A0%88%EA%B8%B0%EC%A2%85%EB%9F%89%EC%A0%9C>

### <부 록 1> 인터뷰 대상자 리스트

구 분	소 속	면담장소	일시	방법
정책담당관	A 구청 청소행정과	A 구청	2016년 4월 15일 오후 1:00~3:30	대면
정책담당관	B 구청 청소행정과	B 구청	2016년 4월 18일 오후 12:00~2:30	대면
정책담당관	C 구청 청소행정과	C 구청	2016년 4월 20일 오후 1:00~2:00	전화 인터뷰
정책담당관	D 구청 청소행정과	D 구청	2016년 4월 21일 오전 10:00~11:30	대면
정책담당관	E 구청 청소행정과	E 구청	2016년 4월 26일 오후 1:00~3:30	전화 인터뷰
정책담당관	F 구청 청소행정과	F 구청	2016년 4월 27일 오전 9:00~10:00	대면
정책담당관	G 구청 청소행정과	G 구청	2016년 4월 28일 오후 2:00~3:30	대면
아파트 관리 사무소장	H 아파트 관리 사무소	H 아파트 관리 사무소	2016년 5월 2일 오후 4:00~5:00	대면
아파트 관리 사무소장	I 아파트 관리 사무소	I 아파트 관리 사무소	2016년 5월 3일 오전 10:00~11:30	대면
쓰레기 수거업체 임원	J 쓰레기 수거업체 임원	J 쓰레기 수거업체 사무실	2016년 5월 4일 오후 1:00~3:30	대면



# Abstract

## Analyzing adoption determinants and effectiveness of RFID household based food waste system

- focusing on the activation of policy through economic  
incentive-

Sabinne Lee

Department of Public Administration

The Graduate School of Public Administration

Seoul National University

In this study, I draw the adoption determinants and analyze the effect of RFID household based method, which was implemented to decrease food waste since 2013 by Korean Government. The Ministry of Environment of Korean Government used increasing food waste emission fee as a main policy instruments to decrease total amount of food waste emission. Also, the Korean Government adopted RFID household based food waste system additionally to maximize the impact of unit-based food waste system. To vitalize this policy, the Ministry of Environment and Seoul City supported all the costs necessary to

implement this new way of food waste system by national treasury. In spite of unprecented support, the local governments of Seoul City prefer increasing food waste emission fee to adopt household based RFID system, so only 20% of the apartment complexes in Seoul are adopting hosehold based methods until 2015. If so, why is the adoption and use of RFID not being performed smoothly? The purpose of this study is threefold. First, in this study, I draw adoption determinants of RFID system adoption among 2081 apartment complexes in Seoul City using logistic regression analysis. Second, based on data collected from Mapo-Gu, I analyze the effect of individual incentive(household based food waste system) on decreasing food waste emission, using PSM-DID model. Also, I want to explain why this new way of weight-based waste system is not popular despite its effectiveness from the policy instrument points of view. Third, using data collected from Seongbuk-Gu, I analyze the mimic impact of emission fee on food waste emission. Ultimately, through the results of these three studies, I propose a policy proposal to activate the adoption and utilization of household based RFID system.

The need for this study can be drawn from what Ascher (1987), Brunner (1996), and deLeon (1994) pointed out as three factors of failure of Policy Studies. According to them, the failure of policy study is caused by (1) the exclusion of politics / relations due to technocratic orientation, (2) the distortion and

neglect of context due to analytical error, and (3) extreme pursuit of instrumental rationality. Previous studies about the effect of unit-based waste system usually include at least one of three failure factors. First, previous scholars were not interested in drawing adoption determinants of RFID household based system, especially in terms of the relation between citizens and the government. But in reality, the actual actor who has decision making power is the residents of apartment complex, not the government. For this reason, there is need to get rid of technocratic perspective and focus more on how residents and local government interact to each other. Therefore, this study, in which apartment complex is used as an analytical unit, suggested the role that the government should play in targeting the future activation of policy adoption and the future policy activation. Second, there are some analytical errors in the studies that clarified the effects of the unit-based waste system, so that the effects of the unit-based waste system could not be clarified. For example, usually metropolitan city is used as unit of analysis, which is too big to analyze exact effect of unit-based waste system due to lack of measurement technology. Or each household reports the total amount of food waste emission depend on their unclear memory. In this study, DID analysis was conducted on 73 apartment complexes located in Mapo-gu with apartment complex as unit of analysis. Third, because of the emphasis on instrumental rationality, previous researches did not

deal RFID household based waste system as a policy instruments. Existing researches on unit-based waste system have focused mainly on how much waste is reduced by this system compared to the fixed fee or free fee system. However, it is impossible to explain why the policy is not welcomed even though they are effective. Therefore, policy evaluation should be done in a form that encompasses various values, beyond just focusing on economic efficiency. This study suggests the explanation of delayed adoption of RFID household based system with the policy instrumental point of view.

The theoretical implications of this study are as follows. First, we can see the effect of group incentives and individual incentives that have been controversial in traditional economics. Scholars who claim the effectiveness of individual incentive schemes point out the possibility of social loafing and free riding phenomena caused by group incentive schemes. According to result of the DID analysis of Mapo-gu case, it was found that there is a greater effect of reducing the amount of food waste emission by the individual incentive than the group incentive. Through this, individual incentive system can effectively improve organizational performance. In addition, I was able to reaffirm the importance of measurement and evaluation of performance in the operation of the incentive system. Scholars who study incentive system emphasize that fair measurement of performance is an important factor that not only affects the effective construction

and operation of incentive schemes but also affects organizational trust, organizational staffing, and disengagement. Finally, the effect of emission fee on reduction of pollution can be demonstrated. Emission fee is a symbolic policy designed to reduce environmental pollution by operating market principles. There have been many studies on the effects of emission fee in the study on waste disposal. However, there are mixed results as to whether the increase in waste disposal fees will reduce waste. Through this study, it is demonstrated that there is almost no reduction effect of waste disposal fee which is currently being used in Korea 's food waste disposal system.

The policy implications of this study are as follows. First, the roles of innovation science and technology should be reexamined for effective operation of the incentive system. In the area of policy implementation, what science and technology should do is the instrumental role that enables the efficient execution of the system within the framework of the existing system, as in the cases discussed in this research. Through this study, we have presented a case that science and technology can accurately measure the human performance and facilitate the accumulation of information and make the incentive system constructed by human more effective. In addition, I can draw the potential of individual incentive as a appropriate policy instruments, Korean scholars studying group incentives warn that introducing individual incentives in groups with strong collectivist cultures like



South Korea will interfere with each other's cooperation and cause unnecessary competition. However, through this study, it was confirmed that individual incentives can be effectively utilized as policy instruments even under Korean circumstances. Finally, this study proved the positive effects of the introduction of the RFID system in the reduction of food waste. The rationale for the impact of RFID technology on food waste treatment can be explained as follows. First, as stated in the Ministry of Environment (2013), the Ministry of Environment intends to energetically introduce the household based RFID system for the reduction of food waste, but local government intends to reduce food waste through raising the emission commission. What I have found from this study has provide a basis for supporting the active implementation of RFID system in the future.

However, this study has the following limitations. First, it does not reflect how much time it takes until the RFID system is adopted and how much the sample is included at the exact time point. Therefore, the analysis using the survival analysis method and the hazard function should be performed. In addition, this study has two additional limitations in terms of analyzing the effectiveness of household based RFID system. Since I choose only two Gus as study case among 25 municipalities in Seoul, it can be criticized for the fact that the study was conducted within a limited time frame and space. For this reason, it might be hard to genenralize the results. Also, in this study, Doubly Robust DID

analysis based on Propensity Score Matching method was used to perform one-to-one matching between the experimental group and the control group, and analyze the effect of individual incentive. However, there are many criticisms about the effectiveness of propensity score matching. Finally, I want to point out a measurement error. The average age of the residents in the apartment complex and the average number of household members of administrative district were used instead of age and number of household of residents of apartment complex because of the limit of data collection. Therefore, it is necessary to strive for more rigorous data collection in the future.

**Keywords:** RFID, individual incentive, performance measure,  
technology policy, emission fee

**Student ID:** 2012-30653